

INDICE

1		
2	1	Scopo e campo di applicazione.....2
3	2	Riferimenti normativi.....2
4	3	Termini, definizioni e acronimi.....6
5	4	Istruzioni per la lettura della guida12
6	5	Cenni sui CEM13
7	6	Esposizione professionale e non professionale ai cem15
8	6.1	Tipologie di esposizione e limiti applicabili15
9	6.2	Esposizioni indebite15
10	7	Lavoratori particolarmente sensibili al rischio CEM17
11	8	Significato e articolazione dei limiti19
12	8.1	Limiti per l'esposizione di carattere professionale19
13	8.1.1	Effetti non Termici.....20
14	8.1.2	Effetti Termici26
15	8.2	Limiti per l'esposizione di carattere non professionale.....30
16	9	Esposizioni localizzate35
17	10	Media spaziale dell'induzione magnetica in presenza di campi pulsati37
18	10.2	Media spaziale dell'indice di esposizione.....37
19	11	Superamento dei limiti e deroghe40
20	11.1	Superamento dei limiti per gli effetti sensoriali40
21	11.1.1	Condizioni per il superamento dei VA per gli effetti sensoriali.....40
22	11.1.2	Condizioni per il superamento dei VLE per gli effetti sensoriali.....43
23	11.2	Deroghe.....45
24	12	Obblighi del datore di lavoro.....46
25	13	Processo di valutazione del rischio CEM50
26	13.1	Fonti per la valutazione del rischio.....50
27	13.2	Processo di valutazione del rischio52
28	13.2.1	Contenuti della Relazione Tecnica di supporto al documento di
29		valutazione del rischio CEM56
30	14	Comunicazione del superamento dei limiti.....57
31	15	Misure tecniche e organizzative finalizzate alla mitigazione del rischio CEM58
32	16	Zonizzazione dei luoghi di lavoro e segnaletica59
33	16.1	Zonizzazione.....59
34	16.2	Segnaletica.....60
35	17	Informazione e formazione dei lavoratori e dei rappresentanti dei lavoratori per la
36		sicurezza.....63
37	18	Sorveglianza sanitaria64
38	Allegato A	Lavoratori particolarmente sensibili al rischio CEM66
39	Allegato B	Controllo del movimento all'interno di un campo magnetico statico78
40	Allegato C	Esposizione simultanea a frequenze multiple e sorgenti multiple81
41	Allegato D	Microscariche97
42	Allegato E	Misure tecniche ed organizzative di mitigazione nel settore della
43		radiodiffusione (Broadcast)105
44		

GUIDA CEM

Guida alla valutazione dell'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (cem) fra 0 hz e 300 ghz nei luoghi di lavoro

1 Scopo e campo di applicazione

La presente Guida Applicativa è stata predisposta dal Gruppo di Lavoro "Esposizione umana ai campi elettromagnetici", istituito nell'ambito del Comitato Tecnico 106, al fine di fornire un supporto a tutti i soggetti coinvolti a vario titolo nella valutazione dei rischi e identificazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici, ai sensi del **Titolo VIII, Capo IV del D.Lgs. 81/2008, Testo Unico in materia di salute e sicurezza sul lavoro, come modificato ed integrato dal D.Lgs.159/2016, che attua la Direttiva 2013/35/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 26 giugno 2013, sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'art. 16, par. 1, della direttiva 89/391/CEE) e che abroga la direttiva 2004/40/CE**, di seguito per brevità richiamato come **TUS**.

L'art. 209 del TUS individua le norme tecniche del Comitato elettrotecnico italiano (CEI) come riferimento per la valutazione dei rischi e l'identificazione dell'esposizione. In tal senso, il CEI ha redatto la Guida Applicativa al fine di fornire un supporto operativo nella valutazione dei rischi e identificazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) nel campo di frequenza da 0 Hz fino a 300 GHz. [1]

La Guida integra i contenuti della norma CEI EN 50499 "Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici", con la disciplina sulla protezione dalle esposizioni ai CEM ai sensi della legislazione nazionale vigente, proponendo un approccio applicativo semplificato per la valutazione dei rischi associati da parte di tutti i soggetti, interni ed esterni, coinvolti nell'organizzazione e gestione della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, inclusi coloro che non hanno specifiche conoscenze e competenze tecniche in materia di CEM.

A titolo esemplificativo, ma non esaustivo, si riportano tra i destinatari della Guida: datori di lavoro (DL), responsabili del servizio di prevenzione e protezione (RSPP), addetti al servizio di prevenzione e protezione (ASPP), medici competenti (MC), rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza (RLS), lavoratori, consulenti.

La presente Guida Applicativa si applica a tutti gli ambienti di lavoro come definiti dal TUS [1].

2 Riferimenti normativi

I sottoelencati documenti, ai quali viene fatto riferimento, sono indispensabili per l'applicazione della presente Guida. Per quanto riguarda i riferimenti datati, si applica esclusivamente l'edizione citata. Per quanto riguarda i riferimenti non datati, si applica l'ultima edizione del documento al quale viene fatto riferimento

Pubblicazione	Data	Titolo	Norma CEI
Raccomandazione del Consiglio delle Comunità europee, 12 luglio 1999		Limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz (1999/519/CE). G.U.C.E. L 199 del 30 luglio 1999	—

Pubblicazione	Data	Titolo	Norma CEI
–	–	<i>Direttiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 giugno 2013 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'art. 16, par: 1, della direttiva 89/391/CEE) e che abroga la direttiva 2004/40/CE. G.U.U.E L179/1 del 26 giugno 2013</i>	–
Decreto legislativo 9 aprile 2008 n.81	–	Testo coordinato con il D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106 – “Attuazione dell'art.1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”. Gazzetta Ufficiale n. 101 del 30 aprile 2008 - Suppl. Ordinario n. 108 – Decreto integrativo e correttivo: Gazzetta Ufficiale n. 180 del 05 agosto 2009 - Suppl. Ordinario n. 142/L e s.m.i.	–
Decreto Legislativo 1 agosto 2016, n. 159	–	“Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE”. G.U. Serie generale n.192 del 18.8.2016	–
Legge 22 febbraio 2001, n.36	–	Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”. G.U. n. 55 del 7 marzo 2001	–
Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003	–	Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz”. G.U. n. 199 del 28 agosto 2003	–
Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 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”. G.U. n. 200 del 29 agosto 2003	–
CEI 211-6	–	Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana	–

Publicazione	Data	Titolo	Norma CEI
CEI 211-7	–	Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana	–
EN 50413	–	Norma di base sulle procedure di misura e di calcolo per l'esposizione umana ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (0 Hz-300 GHz)	106-20
EN 50499	2019	Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici	106-23
CEI EN 50527-1	–	Procedura per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici dei lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi". Parte 1: Generalità	106-33
EN 50527-2-2	2018	Procedura per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici dei lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi – Parte 2-2: Valutazione specifica per lavoratori con defibrillatori cardiaci impiantati (ICDs)	106-42
EN 50527-2-3	–	<i>Procedure for the assessment of the exposure to electromagnetic fields of workers bearing active implantable medical devices</i>	–
EN 50647	2017	<i>Basic standard for the evaluation of workers' exposure to electric and magnetic fields from equipment and installations for the production, transmission and distribution of electricity</i>	–
IEC 61786-1	2013	Misura di campi magnetici in corrente continua e di campi elettrici e magnetici in corrente alternata con frequenze da 1 Hz a 100 kHz con riferimento all'esposizione umana. Parte 1 – Requisiti degli strumenti di misura	106-35
IEC 61786-2	–	<i>Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings – Part 2: Basic standard for measurements</i>	–
IEC 62209-1	2016	Procedure di misura per la valutazione del tasso di assorbimento specifico dell'esposizione umana ai campi a radiofrequenza causati da dispositivi di comunicazione tenuti in mano o installati sul corpo Procedure di misura per la valutazione del tasso di assorbimento specifico dell'esposizione umana ai campi a radiofrequenza causati da dispositivi di comunicazione tenuti in mano o installati sul corpo	106-17

Publicazione	Data	Titolo	Norma CEI
IEC 62209-2	2010	Esposizione ai campi a radiofrequenza provenienti da dispositivi di comunicazione senza fili tenuti in mano o montati sul corpo - Modelli umani, strumentazione e procedure – Parte 2: Procedura per determinare il tasso di assorbimento specifico (SAR) per dispositivi portatili di comunicazione senza fili usati molto vicini al corpo umano (gamma di frequenza: 30 MHz - 6 GHz)	106-26
IEC 62226-1	2004	Esposizione ai campi elettrico e magnetico nell'intervallo delle frequenze basse e intermedie - Metodi di calcolo della densità di corrente e del campo elettrico interno indotti nel corpo umano – Parte 1: Aspetti generali	106-10
IEC 62226-2-1	2004	Esposizione ai campi elettrici e magnetici nell'intervallo delle frequenze basse e intermedie - Metodi di calcolo della densità di corrente e del campo elettrico interno indotti nel corpo umano - Parte 2-1: Esposizione ai campi magnetici - Modelli 2D	106-9
IEC 62226-3-1 +A1	2007 2016	Esposizione ai campi elettrici e magnetici nell'intervallo delle frequenze basse e intermedie - Metodi di calcolo della densità di corrente e del campo elettrico interno indotti nel corpo umano – Parte 3-1: Esposizione ai campi elettrici - Modelli analitici e numerici 2D	106-18
IEC 62232	2017	Determinazione della intensità di campo elettromagnetico a radiofrequenza (RF), della densità di potenza e del tasso di assorbimento specifico (SAR) per valutare l'esposizione umana in prossimità di stazioni radio base	106-37
IEC 62311	2019	<i>Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)</i>	–

87 3 Termini, definizioni e acronimi

88 Di seguito si riportano le definizioni e gli acronimi utilizzati nella Guida.

89 TERMINI E DEFINIZIONI

90 3.0

91 **Assorbimento specifico di energia (SA)**

92 È l'energia assorbita per unità di massa di tessuto biologico e si esprime in joule per
93 kilogrammo (Jkg^{-1}). Questa grandezza è utilizzata per la definizione dei limiti per gli effetti
94 sensoriali derivanti da esposizioni a microonde pulsate.

95 3.1

96 **Campi elettromagnetici (CEM)**

97 Campi elettrici e magnetici statici, campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
98 variabili nel tempo con frequenze fino a 300 GHz, [ICNIRP 1998] [19].

99 3.2

100 **Carica elettrica (Q)**

101 È la grandezza impiegata per la scarica di scintille ed è espressa in coulomb (C).

102 3.3

103 **Corrente attraverso gli arti (IL)**

104 È la corrente che attraversa gli arti di una persona a seguito del contatto con un oggetto
105 in un campo elettromagnetico di frequenza compresa tipicamente tra 10 MHz e 110 MHz,
106 o del flusso di correnti capacitive indotte nel corpo esposto. È espressa in ampere (A).

107 3.4

108 **Corrente di contatto (IC)**

109 È la corrente stabile che scorre nel corpo quando una persona è in contatto continuo con
110 un oggetto conduttore a un potenziale diverso dal corpo, all'interno di un campo
111 elettromagnetico. È espressa in ampere (A). Tale corrente si manifesta al termine del
112 transitorio di primo contatto, durante il quale si può verificare una scarica elettrica con
113 correnti transitorie associate.

114 3.5

115 **Densità di potenza (S)**

116 È la grandezza impiegata come valore limite di esposizione (VLE) nel caso delle
117 frequenze molto alte, per le quali la profondità di penetrazione nel corpo è modesta. Si
118 tratta della potenza radiante incidente perpendicolarmente a una superficie, divisa per
119 l'area della superficie in questione; è espressa in watt per metro quadrato (W m^{-2}).

120 3.6

121 **Esposizione**

122 È la condizione di una persona soggetta a CEM o a correnti di contatto e indotte, di
123 origine artificiale [3]

124 3.7

125 **Induzione magnetica (B)**

126 È una grandezza vettoriale che determina una forza che agisce sulle cariche in
127 movimento. È espressa in tesla (T). Nello spazio libero e nei materiali biologici
128 l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico sono intercambiabili in base alla
129 seguente equivalenza: intensità di campo magnetico (H) pari a 1 A m^{-1} = induzione
130 magnetica (B) pari a $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$ (approssimativamente 1,25 tesla).

131 3.8

132 **Intensità di campo elettrico (E)**

133 È una quantità vettoriale che corrisponde alla forza esercitata su una particella carica
134 indipendentemente dal suo movimento nello spazio. È espressa in volt per metro
135 (V m^{-1}). È necessario distinguere tra il campo elettrico ambientale rispetto al campo
136 elettrico indotto all'interno del corpo a seguito dell'esposizione ai CEM.

3.9

Intensità di campo magnetico (H)

È una grandezza vettoriale che, insieme all'induzione magnetica, specifica un campo magnetico in qualunque punto dello spazio. È espressa in ampere per metro ($A\ m^{-1}$).

3.10

Lavoratori particolarmente sensibili al rischio

Lavoratori esposti a rischi specifici, con particolare riferimento a soggetti portatori di dispositivi medici impiantati (DMI) attivi o passivi o dispositivi medici portati sul corpo, nonché alle lavoratrici in stato di gravidanza e ai minori [1].

3.11

Limiti di base (LB)

Limitazioni all'esposizione ai CEM variabili nel tempo, che si fondano direttamente su effetti accertati sulla salute e su considerazioni di ordine biologico [1]. **Concettualmente sono analoghi ai Valori Limite di Esposizione (VLE).**

3.12

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 della popolazione e dei lavoratori [3][1].

3.13

Livelli di riferimento (LR)

Livelli indicati ai fini pratici della valutazione dell'esposizione in modo da determinare se siano probabili eventuali superamenti dei limiti di base [18]. Concettualmente sono analoghi ai Valori di Azione (VA).

3.14

Obiettivi di qualità

Valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione [3].

3.15

Tasso di assorbimento specifico di energia (SAR)

Si tratta del valore mediato, su tutto il corpo o su alcune parti di esso, del tasso di assorbimento di energia per unità di massa del tessuto corporeo ed è espresso in watt per kilogrammo ($W\ kg^{-1}$). Il SAR riferito a tutto il corpo (a corpo intero) è una grandezza ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici avversi (sanitari) all'esposizione alle radiofrequenze (RF). Oltre al valore del SAR mediato a corpo intero, sono necessari anche valori del SAR locale per valutare e limitare la deposizione eccessiva di energia in parti ristrette del corpo conseguenti a particolari condizioni di esposizione, quali ad esempio il caso di un individuo esposto a radiofrequenza (RF) di frequenze di pochi MHz (ad esempio provenienti da riscaldatori dielettrici) e di individui esposti nel campo vicino di un'antenna)[1].

3.16

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 prolungate [3].

3.17

Valore di azione (VA)

Livelli operativi stabiliti per semplificare il processo di dimostrazione della conformità ai pertinenti VLE e, ove appropriato, per prendere le opportune misure di protezione o prevenzione [1].

- 187 **3.18**
188 **Valore efficace (RMS, root mean square)**
189 Il valore efficace per un campo sinusoidale è il valore di picco diviso per $\sqrt{2}$.
- 190 **3.19**
191 **Valori limite di esposizione (VLE)**
192 Valori stabiliti sulla base di considerazioni biofisiche e biologiche, in particolare sulla
193 base degli effetti diretti acuti e a breve termine scientificamente accertati, ossia gli effetti
194 termici e la stimolazione elettrica dei [1].
- 195 **3.20**
196 **VLE relativi agli effetti sanitari (VLE sanitari, VLEsan)**
197 VLE al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a effetti nocivi per la
198 salute, quali il riscaldamento termico o la stimolazione del tessuto nervoso o muscolare
199 [1].
- 200 **3.21**
201 **VLE relativi agli effetti sensoriali (VLE sensoriali, VLEsens)**
202 VLE al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a disturbi transitori delle
203 percezioni sensoriali e a modifiche minori nelle funzioni cerebrali [1].

204 ACRONIMI

AF	Alta frequenza
ASPP	Addetto al servizio di prevenzione e protezione
B	Induzione magnetica
BC	Broadcast, trasmissioni
BF	Bassa frequenza
BT	effetti a breve termine, effetti acuti
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
CEM	Campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
CMS	Campo magnetico statico
CENELEC	Comité européen de normalisation en électronique et en électrotechnique, Comitato europeo di normazione elettrotecnica
DL	datore di lavoro
DMI	Dispositivo medico impiantato
DMIA	Dispositivo medico attivo
DMP	Dispositivo medico passivo
DPCM	Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri della Repubblica Italiana
DVR	Documento di Valutazione dei Rischi
E	Intensità di campo elettrico
E_{int}	Intensità di campo elettrico interno
EMC	Electromagnetic Compatibility, compatibilità elettromagnetica
H	Intensità di campo magnetico
I_c	Corrente di contatto
I_L	Corrente attraverso gli arti
IE	Indice di esposizione
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti
LA	Livello di azione
LB	Limite di base
LQ	Legge Quadro 36/01-Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
LR	Limite di riferimento
LT	Effetti a lungo termine (long term effects)
OMS	Organizzazione Mondiale della Sanità
MC	Medico Competente
OdV	Organo di Vigilanza territorialmente competente
Q	Carica elettrica

205

QE	Quoziente di esposizione
QET	Quoziente di esposizione
RF	Radiofrequenza
RLS	rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza
RSPP	responsabile del servizio di prevenzione e protezione
SNC	Sistema nervoso centrale
SNP	Sistema nervoso periferico
SSL	Salute e sicurezza sul lavoro
TUS	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
UNI	Ente Italiano di Normazione
VA	Valore di azione
VA_{inf}	Valore di azione inferiore
VA_{sup}	Valore di azione superiore
VLE	Valore limite di esposizione
VLE_{sens}	Valore limite di esposizione sensoriale
VLE_{san}	Valore limite di esposizione sanitario

207 CORRISPONDENZE TERMINOLOGICHE

208 Essendoci differenze terminologiche tra i vari atti normativi per chiarezza, in primo luogo,
209 si riporta una tabella sinottica con la terminologia utilizzata dalle diverse legislazioni per
210 definire i limiti:

211 **Tabella 1**

	VALIDO PER TUTTE LE SORGENTI ad eccezione quelle oggetto del campo di applicazione dei due DPCM BF e AF (Cfr. §. 8.1)			Sorgenti richiamate dai DPCM BF e AF (Cfr. §. 8.2)		
	Direttiva 2013/35/EU	D.Lgs. 81/08	Raccomandazione 1999/519/CE	Legge Quadro 36/2001	DPCM RF Impianti fissi di TLC e radiodiffusione	DPCM BF Elettrodotti-50Hz
Effetti da prevenire	ACUTI ovvero a Breve Termine (BT)					
Campo di applicazione	Esposizioni di carattere professionale		Popolazione ed esposizioni NON di carattere professionale	ACUTI e a Lungo Termine (LT)		
Limiti riferiti a grandezze dosimetriche*	VLE Valori limite di esposizione	VLE Valori limite di esposizione	LB Limiti di base	Popolazione ed esposizioni NON di carattere professionale		
	LA Livelli di azione	VA Valori di azione	LR Livelli di riferimento			
Limiti riferiti a grandezze ambientali						
Limiti riferiti a grandezze ambientali						
				Limite di esposizione		
				Valore di attenzione		
				Obiettivi di qualità		

212 (*) per le eccezioni Cfr. Cap.8 della Guida

213

214 4 Istruzioni per la lettura della guida

215 Al fine di mantenere una struttura snella e di facile consultazione, nella presente Guida
216 si fornisce una trattazione generale sintetica e al contempo rigorosa degli argomenti,
217 mentre l'approfondimento di alcuni argomenti specifici è demandato agli **allegati della**
218 **Parte 19**. Nella **Parte 20** sono invece riportate alcune **schede operative** di supporto alla
219 valutazione dell'esposizione a specifiche sorgenti CEM.

220 Per una trattazione approfondita delle caratteristiche fisiche dei CEM, delle modalità di
221 misura e di calcolo, nonché di altri temi specifici, si rimanda alle pertinenti norme tecniche
222 nazionali (CEI) ed alle norme tecniche e linee guida internazionali (ICNIRP, CENELEC,
223 IEC), alle Guide pratiche non vincolanti della Commissione europea [37] e alle
224 informazioni reperibili presso banche dati scientificamente riconosciute (ad esempio
225 Portale Agenti Fisici) [37].

226

227 5 Cenni sui CEM

228 I CEM presenti nell'ambiente possono essere di origine naturale o antropica.

229 Le caratteristiche fisiche dei CEM variano notevolmente in base alla frequenza. Alle
230 frequenze inferiori a 100 kHz le componenti elettrica e magnetica dei CEM possono
231 essere considerate indipendenti. Alle frequenze superiori a 10 MHz le due componenti
232 si possono, invece, ritenere espressione di un unico fenomeno fisico identificato con il
233 termine di campo elettromagnetico, sicché, in determinate condizioni, dalla conoscenza
234 di una componente si può risalire all'altra.

*Effetti diretti:
sensoriali e
sanitari*

235 Nella gamma di frequenze oggetto della presente Guida (0 Hz – 300 GHz) l'energia
236 associata ai CEM non è in grado di causare ionizzazione (alterazione dei legami chimici
237 e delle strutture atomiche) di atomi e molecole nei sistemi biologici, pertanto i CEM
238 rientrano tra gli agenti fisici identificati come "radiazioni non ionizzanti".

239 Secondo una tipica classificazione in funzione della frequenza, adottata dall'
240 International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), si possono
241 definire:

- 242 – campi statici e campi variabili nel tempo fino a 1 Hz (campi quasi statici);
- 243 – campi a bassa frequenza (1 Hz – 100 kHz);
- 244 – campi a frequenze intermedie (100 kHz – 10 MHz);
- 245 – campi ad alta frequenza (10 MHz – 300 GHz).

246 Tale classificazione è strettamente connessa ai meccanismi di interazione dei CEM con
247 il corpo umano e ai relativi effetti, anch'essi dipendenti dall'intervallo di frequenze di
248 esposizione.

249 Gli effetti scientificamente accertati associati all'esposizione ai CEM riconosciuti
250 dall'ICNIRP sono gli **effetti acuti** per i quali è ben definito il meccanismo d'interazione e
251 in relazione a cui è possibile individuare soglie di insorgenza.

252 Gli effetti acuti si distinguono in **effetti di tipo diretto**, derivanti dall'interazione diretta
253 del campo con i tessuti biologici, ed **effetti di tipo indiretto**, che sono rappresentati dalle
254 conseguenze per la salute e per la sicurezza che possono derivare dall'interazione dei
255 CEM con oggetti ed elementi presenti nell'ambiente di lavoro (ad esempio oggetti
256 ferromagnetici, substrati infiammabili e/o esplosivi, ecc.), nonché con dispositivi medici
257 impiantati (DMI) o indossati sul corpo (di tipo attivo e passivo) ed elementi metallici
258 inclusi nel corpo (ad esempio schegge, piercing, tatuaggi, ecc.).

*Effetti acuti:
diretti e
indiretti*

259 Pertanto, i soggetti portatori di dispositivi medici o inclusi metallici, insieme ad altre
260 tipologie di lavoratori (ad esempio donne in gravidanza e minori), rientrano nella
261 categoria dei **lavoratori particolarmente sensibili al rischio CEM** [Cfr. Cap 7], per la
262 quale deve essere condotta una valutazione specifica del rischio e devono essere attuate
263 specifiche misure di prevenzione e protezione nonché di sorveglianza sanitaria [Cfr.
264 Cap.18]

*Effetti su
particolari
categorie di
lavoratori*

265 Tra gli effetti di tipo indiretto vanno ascritte le **correnti di contatto** e le **correnti indotte**.

*Correnti di
contatto*

266 Le correnti di contatto, I_c , sono correnti circolanti nel corpo per effetto del contatto con
267 un oggetto conduttore (per es. una struttura metallica) che, pur non essendo direttamente
268 in tensione, in presenza di un campo elettrico si trova a un potenziale diverso da quello
269 del corpo del lavoratore.

270 Le correnti indotte, I_L , sono costituite dal flusso di elettroni indotto all'interno dei tessuti
271 (soprattutto muscoli e nervi) quando il corpo è immerso in un campo elettromagnetico di
272 frequenza e intensità tali da penetrare lo strato cutaneo superficiale fino alle fibre
273 muscolari e nervose.

*Correnti
indotte*

274 Gli effetti di tipo diretto che i CEM, a livello biologico, possono indurre in un soggetto a
275 causa dell'esposizione, dipendono da un insieme di fattori tra cui la modalità di
276 esposizione, l'intensità e la frequenza del campo. Tali effetti sono classificati in due
277 categorie: **effetti sanitari**, ovvero effetti che possono comportare un rischio per la salute,
278 ed **effetti sensoriali**, ovvero effetti che di per sé non comportano un rischio per la salute
279 ma che possono generare disturbi temporanei (che cessano o diminuiscono al termine
280 dell'esposizione e la cui entità può variare considerevolmente da soggetto a soggetto) e
281 influenzare le capacità cognitive o altre funzioni cerebrali o muscolari.

*Effetti diretti:
sanitari e
sensoriali*

282 Nel campo delle basse frequenze ($f < 100$ kHz), gli effetti diretti associati all'esposizione
283 ai CEM sono relativi alla possibile stimolazione degli organi sensoriali, nervi e muscoli
284 (**effetti non termici**). Nel campo delle alte frequenze ($f > 10$ MHz) gli effetti diretti sono
285 relativi alla possibile generazione di fenomeni di riscaldamento dei tessuti (**effetti**
286 **termici**). Alle frequenze intermedie (100 kHz – 10 MHz) si associano sia effetti di
287 stimolazione sia effetti di tipo termico.

*Effetti diretti:
non termici e
termici*

288 In relazione all'esposizione ai campi elettrici statici, gli unici effetti accertati sono
289 riconducibili ai fenomeni di micro-scariche.

*Campi elettrici
statici*

290 Con riferimento all'esposizione ai campi magnetici statici, per campi di induzione
291 magnetica di intensità superiore ai 2 T si possono manifestare effetti di stimolazione degli
292 organi sensoriali e del sistema nervoso centrale (SNC) e periferico (SNP) simili a quelli
293 generati dai campi a bassa frequenza [21] [21] [22] nel caso in cui un individuo si muova
294 all'interno del campo. Tali effetti possono verificarsi anche in caso di esposizione a campi
295 magnetici lentamente variabili nel tempo fino a 1 Hz (campi magnetici quasi statici).
296 Campi magnetici statici con induzione magnetica superiore a 7-8 T possono esercitare
297 forze sulle cariche elettriche ioniche in movimento del sangue [20].

*Campi
magnetici
statici e quasi
statici*

298 La **direttiva 2013/35/UE** [14], recepita nel TUS attraverso il D.Lgs.159/2016 [2], fa
299 riferimento esclusivamente agli **effetti acuti** associati all'esposizione ai CEM poiché
300 attualmente non si dispone di prove scientifiche accertate dell'esistenza di un nesso
301 causale fra l'esposizione ai CEM ed i possibili effetti a lungo termine, compresi i possibili
302 effetti cancerogeni. Qualora emergessero dati scientifici accertati in merito a possibili effetti a
303 lungo termine, la Direttiva sarà oggetto di una revisione che riguardi tali effetti.

*Effetti a lungo
termine*

304 È tuttavia da rilevare che, in ambito nazionale, la **Legge Quadro 36/2001 (LQ)** – che
305 tutela la salute dei lavoratori e della popolazione dalle esposizioni ai CEM [3] – e i relativi
306 decreti attuativi (**DPCM 8/7/2003**) [4] [5] ulteriormente modificati dal **decreto legge**
307 **179/2012** [6] – che recepiscono l'insieme completo delle restrizioni stabilite dalla
308 **Raccomandazione Europea 1999/519/CE** [18] – fissano ulteriori misure di cautela ai
309 fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e della progressiva
310 minimizzazione dell'esposizione che, in ambito lavorativo, si applicano alle esposizioni
311 di tipo non professionale.

312

6 Esposizione professionale e non professionale ai cem

La Legge Quadro 36/2001 (LQ) [3], sulla protezione dei lavoratori e della popolazione dall'esposizione ai CEM (0 Hz – 300 GHz) definisce (art.3, c.2, lettere f e g) come:

Esposizione ai CEM

f) *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 (*esposizioni di carattere professionale*);

g) *esposizione della popolazione*: ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, ad eccezione dell'esposizione di cui alla lettera f) e di quella intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici (*esposizioni di carattere non professionale*);

Di conseguenza sono da intendersi esposizioni di carattere professionale quelle strettamente correlate e necessarie alle finalità del processo produttivo [3].

6.1 Tipologie di esposizione e limiti applicabili

A tutte le categorie di lavoratori si applicano le disposizioni generali del TUS, [1] mentre i limiti di esposizione da adottare dipendono dalla tipologia di esposizione.

Sulla base della definizione della LQ, si deve intendere come esposizione di carattere professionale al rischio CEM la specifica attività lavorativa che preveda, **per esigenze strettamente correlate e necessarie alle finalità del processo produttivo, l'esposizione** a livelli di CEM superiori ai limiti per la popolazione fissati dalla normativa nazionale vigente (§8.2).

Definizioni e limiti applicabili

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**, a cui si applicano le disposizioni specifiche ed i limiti di esposizione stabiliti dal TUS [1], Titolo VIII, Capo IV e Allegato XXXVI (cfr. § 8.1);

2) **esposizioni di carattere non professionale**, a cui si applicano le disposizioni generali del TUS [1] e i limiti fissati dalla legislazione nazionale vigente (DPCM 8/7/2003 [4] [5] per l'esposizione della popolazione, ulteriormente modificati dal decreto legge 179/2012 [6]) che recepisce l'insieme completo delle restrizioni stabilite dalla Raccomandazione Europea 1999/519/CE e fissa specifici limiti di esposizione nonché ulteriori restrizioni in relazione al tempo di permanenza (valori di attenzione e obiettivi di qualità) 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 TUS ovvero i limiti per la popolazione.

Per i **lavoratori particolarmente sensibili al rischio CEM** è richiesta, invece, una valutazione specifica del rischio e possono essere applicate ulteriori restrizioni (Cfr. Cap. 7 e allegato A).

Il DL dovrà prioritariamente individuare e segnalare le aree in cui sono superati i limiti di esposizione per la popolazione e, per i luoghi in cui vi sia una permanenza prolungata (non inferiore alle 4 h giornaliere), verificare il rispetto dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità (Cfr. Cap.16).

6.2 Esposizioni indebite

Sono da intendersi **esposizioni indebite** quelle in cui il lavoratore è esposto per ragioni non professionali (cioè non strettamente correlate e necessarie alle finalità del processo produttivo o del luogo in cui deve lavorare) a CEM di intensità superiore ai limiti vigenti per la protezione della popolazione.

363 Le esposizioni indebite possono essere di due tipologie:

364 a) le esposizioni indebite riconducibili a **sorgenti che non ricadono sotto la gestione**
365 **del DL** devono essere contenute, a carico del proprietario o esercente della sorgente,
366 entro i limiti vigenti per la protezione della popolazione. In ogni caso, il DL valuta il
367 rischio e, qualora ravvisi un superamento dei limiti, richiede al proprietario o
368 esercente di ricondurre le emissioni entro le restrizioni di legge, eventualmente
369 ricorrendo all'organo di controllo;

370 b) le esposizioni indebite riconducibili a **sorgenti che ricadono sotto la gestione del**
371 **DL**, in quanto proprietario o esercente, devono essere ricondotte entro i limiti vigenti
372 per la protezione della popolazione, anche attraverso modifiche tecniche od
373 organizzative. Come regola generale da seguire in sede di progettazione e
374 organizzazione dei luoghi di lavoro, la sorgente deve trovarsi a una distanza tale da
375 garantire il rispetto delle restrizioni di legge.

Caso a
Esposizione
riconducibile a
sorgente che non
ricade sotto la
gestione del DL.
Il DL valuta il
rischio. Il gestore
deve provvedere.

Caso b
Esposizione
riconducibile a
sorgente che
ricade sotto la
gestione del DL.
Il DL valuta il
rischio e provvede

7 Lavoratori particolarmente sensibili al rischio CEM

Sono da considerare soggetti con possibili controindicazioni e/o particolarmente sensibili al rischio associato alle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) quelli appartenenti alle categorie elencate nella **Tab. 2**. Per tali lavoratori, le disposizioni miranti ad eliminare o ridurre i rischi stabilite dal TUS (di cui all' art. 182) potrebbero non garantire un'adeguata tutela della salute e sicurezza. Pertanto l'art. 183 del TUS stabilisce che il datore di lavoro debba **adattare le misure** di prevenzione e protezione alle esigenze di tali lavoratori.

Nell'**Allegato A** della presente Guida si trova un approfondimento sulle diverse categorie di lavoratori particolarmente sensibili al rischio CEM. Nella colonna di destra delle specifiche categorie.

Tabella 2 – Categorie di lavoratori particolarmente sensibili al rischio CEM (Cfr. Parte 19, Appendice A)

CATEGORIE	ESEMPI (Elenco non esaustivo)	PARAGRAFO ALLEGATO A
Lavoratori portatori di dispositivi medici impiantati attivi (DMIA)	Stimolatori cardiaci, defibrillatori cardiaci, impianti cocleari, impianti nel tronco encefalico, protesi dell'orecchio interno, neurostimolatori, codificatori della retina, pompe impiantate per l'infusione di farmaci	A.1
Lavoratori portatori di dispositivi medici impiantati passivi (DMIP) con proprietà ferromagnetiche	Protesi articolari, chiodi, piastre, viti, clip chirurgiche, clip per aneurisma, stent, protesi valvolari cardiache, anelli per annuloplastica, impianti contraccettivi metallici e tipi di dispositivi medici impiantabili attivi	A.2
Portatori di corpi o elementi inclusi contenenti parti ferromagnetiche o parti metalliche conduttive	Schegge, piercing, tatuaggi con pigmenti metallici	A.2
Lavoratori portatori di dispositivi medici indossati sul corpo	Pompe esterne per infusione di ormoni o farmaci	A.3
Lavoratrici in stato di gravidanza e minori		A.4
Gruppi di lavoratori non specificati come particolarmente a rischio	Lavoratori che assumono farmaci particolari per patologie mediche riconosciute	A.5

La valutazione del rischio deve tener conto dei lavoratori particolarmente sensibili, in modo che il datore di lavoro, avvalendosi della collaborazione del medico competente (MC), adatti le misure finalizzate alla riduzione ed eliminazione dei rischi alle esigenze specifiche di questi lavoratori, per i quali si potrebbe determinare una maggiore suscettibilità agli effetti dell'esposizione ai CEM.

Al fine di garantire la tutela dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio, è necessario che gli stessi, sensibilizzati attraverso le misure di prevenzione come informazione e formazione – obbligatorie per tutti i lavoratori – siano edotti dei possibili rischi derivanti dall'esposizione ai CEM, e siano quindi in grado di informare circa la loro condizione il MC, che verificherà le condizioni di idoneità alla mansione ed effettuerà la sorveglianza sanitaria del lavoratore. Nel caso delle lavoratrici, esse sono tenute a comunicare lo stato di gravidanza, non appena ne vengano a conoscenza, al DL oltre che al MC.

In generale, l'adesione ai limiti e ai livelli di riferimento per l'esposizione della popolazione fissati dalla Raccomandazione 1999/519/CE dovrebbe fornire un elevato livello di protezione rispetto agli effetti accertati sulla salute che possono derivare dall'esposizione ai CEM. Tuttavia, ciò non evita necessariamente i problemi di interferenza o gli effetti sul funzionamento di dispositivi medici attivi quali, ad esempio, stimolatori cardiaci e defibrillatori, impianti cocleari e di altro tipo. Infatti, la Raccomandazione precisa che "i problemi di interferenza con gli stimolatori cardiaci possono verificarsi per valori inferiori ai livelli di riferimento raccomandati ed esigono quindi precauzioni adeguate, che esulano comunque dall'ambito di applicazione della presente raccomandazione e sono contemplate nel contesto della normativa sulla compatibilità elettromagnetica e sui dispositivi medici".

Con riferimento ai lavoratori portatori di dispositivi medici impiantati passivi o di corpi ed elementi metallici inclusi, il rischio da esposizione ai CEM è associato a possibili forze meccaniche di dislocazione (per esposizioni a campi magnetici statici) o ad effetti di riscaldamento (per esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo) a cui potrebbero essere sottoposti tali dispositivi, se contenenti parti ferromagnetiche o parti metalliche conduttive.

Le ulteriori restrizioni relative ai casi specifici, per i quali i limiti della Raccomandazione 1999/519/CE potrebbero non risultare adeguati, sono trattate nell'approfondimento, Parte 19, **Allegato A** della presente guida. In particolare:

- nel caso di esposizioni a campi magnetici statici o quasi statici (fino ad 1 Hz) le ulteriori restrizioni per l'induzione magnetica sono riportate nella Tab.2a.

Tabelle 2a – Restrizioni per l'induzione magnetica per esposizioni di breve durata a campi magnetici statici e quasi statici (0–1 Hz)

	CEI EN 50527-1	TUS - VA
Rischio di interferenze con DMIA	< 1 mT	0,5 mT
Rischio di attrazione e propulsivo		3 mT (sorgenti > 100 mT)

- per i lavoratori portatori di DMIA, nel caso di esposizioni a campi ad alta frequenza, la norma CEI EN 50527-1 stabilisce che il confronto con i livelli di riferimento della Raccomandazione 1999/519/CE deve essere condotto su **base istantanea** (ossia senza includere alcuna media temporale), al fine di prevenire il rischio di possibili interferenze sul funzionamento dei DMIA stessi.

8 Significato e articolazione dei limiti

I limiti a cui fare riferimento per la valutazione dell'esposizione del lavoratore variano a seconda che l'esposizione si configuri come *esposizione di carattere professionale* o *esposizione di carattere non professionale* (Cfr. Cap.6). Infatti, nel primo caso occorrerà riferirsi ai limiti di esposizione stabiliti dal TUS, mentre nel secondo caso occorrerà riferirsi ai limiti per la protezione della popolazione fissati dalla legislazione nazionale vigente.

In virtù di quanto esposto, il capitolo 8 è costituito da due paragrafi:

- § 8.1 è dedicato al significato e all'articolazione dei limiti per l'**esposizione professionale**, distinguendo i limiti per gli effetti non termici (§ 8.1.1) da quelli per gli effetti termici (§ 8.1.2).
- § 8.2 è dedicato al significato e all'articolazione dei limiti per l'**esposizione di carattere non professionale**.

Per i **lavoratori particolarmente sensibili al rischio CEM** è richiesta una valutazione specifica del rischio e possono essere applicate ulteriori restrizioni (cfr. Cap.7).

8.1 Limiti per l'esposizione di carattere professionale

I limiti per l'esposizione dei lavoratori ai CEM statuiti dal TUS [1] nel Titolo VIII (Agenti fisici), Capo IV (Campi elettromagnetici) e nell'Allegato XXXVI si articolano in due categorie:

- Valori limite di esposizione (VLE)
- Valori di azione (VA).

Nel caso di esposizioni a campi multisorgente o 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** nel caso in cui le sorgenti sono indipendenti (sorgenti con fase non coerente) o nel caso in cui le relazioni di fase tra le componenti spettrali hanno una rilevanza trascurabile, come avviene nel regime degli effetti termici (alte frequenze). Poiché le relazioni di fase assumono, invece, rilevanza nel regime degli effetti non termici (basse frequenze), in tal caso la valutazione dell'esposizione è, di norma, basata sul **metodo del picco ponderato** (*weighted peak*, WP) sia nel caso di campi non sinusoidali (le cui frequenze sono armoniche di una sola sorgente) sia nelle situazioni in cui le sorgenti non sono indipendenti (sorgenti con fase coerente).

Campi non sinusoidali e metodo del picco ponderato

Sia il metodo della somma spettrale sia il metodo del picco ponderato conducono 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 (Cfr. Parte 19, Allegato C). Possono essere, altresì, applicate procedure di valutazione alternative scientificamente provate e convalidate purché conducano a risultati comparabili.

Valori Limite di Esposizione (VLE)

I **VLE** sono valori riferiti a grandezze interne al corpo umano (grandezze dosimetriche) e, pertanto, nella maggior parte dei casi, non sono direttamente misurabili con la strumentazione utilizzata per le misure ambientali di campo ma possono essere valutati attraverso calcoli dosimetrici che richiedono competenze tecnico-scientifiche specialistiche. I VLE sono ricavati, introducendo opportuni margini di sicurezza, sulla base delle relazioni scientificamente accertate tra effetti biofisici diretti acuti ed esposizione ai CEM. I VLE sono riportati nelle Parti II e III dell'Allegato XXXVI del TUS e le grandezze in cui sono espressi sono differenti per i diversi intervalli di frequenza in funzione degli effetti diretti cui si riferiscono.

Significato ed articolazione dei Valori Limite di Esposizione

I limiti si articolano in VLE per la protezione dagli effetti sanitari (VLE_{san}) che potrebbero determinare effetti nocivi per la salute e VLE per la protezione dagli effetti sensoriali (VLE_{sens}) che potrebbero determinare disturbi transitori delle percezioni e costituire un rischio per la sicurezza nell'esecuzione delle procedure di lavoro.

Pertanto, il rispetto dei VLE garantisce la tutela del lavoratore dai possibili rischi per la salute e la sicurezza associati agli effetti acuti dei CEM.

Valori di Azione (VA)

I VA sono valori operativi espressi in termini di grandezze fisiche direttamente misurabili con la strumentazione utilizzata per le misurazioni di campo ambientale (grandezze radiometriche). Essi sono stati stabiliti per semplificare il processo di dimostrazione della conformità ai pertinenti VLE e/o per adottare le misure di prevenzione e protezione, come specificato nel TUS [1]. I VA sono derivati dai VLE attraverso considerazioni dosimetriche a ritroso basandosi sulle condizioni di esposizione nel peggior caso di accoppiamento ed introducendo opportuni margini di sicurezza.

Significato ed articolazione dei Valori di Azione

I VA sono intesi come valori massimi calcolati o misurati nello spazio occupato dal corpo del lavoratore. Essi sono utilizzabili solo quando si può ragionevolmente far riferimento a condizioni di esposizione uniforme a corpo intero o di un distretto del corpo (ad es. arto). In caso di esposizioni molto localizzate, determinate da sorgenti distanti pochi centimetri dal corpo, occorre verificare la conformità ai VLE, caso per caso, mediante dosimetria (Cfr. Cap.9).

Sono, inoltre, definiti ulteriori VA ai fini della prevenzione e protezione da possibili rischi derivanti dagli effetti indiretti dell'esposizione ai CEM e, pertanto, per essi non sono definiti i corrispettivi VLE.

Il rispetto dei VA garantisce il rispetto dei pertinenti VLE. Il superamento dei VA medesimi non implica necessariamente il superamento dei corrispondenti VLE, tuttavia implica l'obbligo di adottare le pertinenti misure tecniche ed organizzative di prevenzione e protezione di cui all'art. 210 del TUS.

8.1.1 Effetti non Termici

Nell'allegato XXXVI, Parte II del TUS [1] sono definiti i VLE e i VA relativi agli effetti non termici (stimolazione elettrica) di tipo sanitario e sensoriale.

Valori Limite di Esposizione (VLE)

Con riferimento agli effetti non termici:

- i VLE_{san} proteggono dall'insorgenza di stimolazione elettrica di **tutti i tessuti** del sistema nervoso centrale e periferico (CNS e PNS) all'interno del corpo, compresa la testa;

Valori Limite di Esposizione per gli Effetti NON Termici

- i VLE_{sens} sono correlati agli effetti del campo elettrico sul sistema nervoso centrale (SNC) nella testa e a modifiche minori nelle funzioni cerebrali.

I pertinenti VLE sono riportati nelle tre tabelle A1, A2 e A3 dell'allegato XXXVI, Parte II del TUS in funzione della frequenza del campo a cui il lavoratore è esposto.

La Tab. A1 definisce i VLE per l'induzione magnetica esterna (B_0) per frequenze comprese tra 0 e 1 Hz la cui misurazione non è influenzata dalla presenza del soggetto esposto.

Le Tab. A2 e A3 definiscono i VLE per l'intensità di campo elettrico interno (E_{int}) relativi, rispettivamente, agli effetti sanitari a frequenze comprese tra 1 Hz e 10 MHz e agli effetti sensoriali a frequenze comprese tra 1 Hz e 400 Hz.

524 Valori di Azione (VA)

525 Con riferimento agli effetti non termici, i VA si articolano in valori inferiori (VA_{inf}) e valori
526 superiori (VA_{sup}):

Valori di Azione
per gli Effetti
NON Termici

527 • i VA_{inf} proteggono dall'insorgenza di stimolazione elettrica di **tutti i tessuti** del
528 sistema nervoso centrale e periferico (CNS e PNS) all'interno del corpo, compresa
529 la testa.

530 • i VA_{sup} sono correlati agli effetti del campo elettrico sul sistema nervoso centrale
531 (SNC) nella testa.

532 Il rispetto dei VA_{inf} assume significati diversi a seconda che si faccia riferimento al campo
533 elettrico o al campo magnetico.

534 I VA_{inf} per il campo elettrico ambientale, $VA_{inf}(E)$, oltre a garantire il rispetto dei VLE,
535 sono stabiliti al fine di prevenire scariche elettriche nell'ambiente di lavoro - effetto
536 indiretto non considerato dai VLE.

$VA_{inf}(E)$

537 I VA_{sup} per il campo elettrico ambientale, $VA_{sup}(E)$, garantiscono anch'essi il rispetto dei
538 VLE_{sens} , ma non assicurano l'assenza di scariche elettriche a meno che non siano
539 intraprese specifiche misure di protezione.¹

$VA_{sup}(E)$

540 Con riferimento al campo magnetico ambientale, i VA_{inf} per l'induzione magnetica $VA_{inf}(B)$
541 garantiscono, per le frequenze al di sotto di 400 Hz, il rispetto dei VLE_{sens} , mentre per le
542 frequenze al di sopra di 400 Hz coincidono con i $VA_{sup}(B)$. I $VA_{sup}(B)$ garantiscono il
543 rispetto dei VLE_{san} , ma non dei VLE_{sens} . Per l'esposizione localizzata degli arti, i $VA_{arti}(B)$
544 garantiscono il rispetto dei VLE_{san} relativi alla stimolazione elettrica dei tessuti
545 limitatamente agli arti, tenuto conto del fatto che il campo magnetico presenta un
546 accoppiamento più debole negli arti che nel corpo intero. Questi valori possono essere
547 utilizzati in caso di esposizione strettamente confinata agli arti, restando ferma la
548 necessità di valutare il rispetto dei VA su tutto il corpo del lavoratore.

$VA_{inf}(B)$

$VA_{sup}(B)$

549 Il VA_{arti} non è applicabile nel caso in cui un lavoratore tenga lo strumento vicino al corpo
550 durante l'utilizzo. In questo caso le valutazioni possono essere condotte solo attraverso
551 calcoli dosimetrici e, ai fini della verifica della conformità, ci si dovrà riferire ai VLE (Cfr.
552 Cap.9).

VA_{arti}

553 Per le correnti di contatto (I_c), la conformità ai $VA(I_c)$ garantisce che le conseguenze
554 (microscariche, ustioni) derivanti dal contatto con un oggetto conduttore siano ridotte a
555 valori tollerabili, non potendo sempre essere del tutto eliminate.

$VA(I_c)$

556 Sono, inoltre, definiti VA per l'induzione magnetica esterna di campi magnetici statici
557 $VA(B_0)$ ai fini della prevenzione da effetti e rischi indiretti.

$VA(B_0)$

558 I VA sono intesi come valori massimi calcolati o misurati nello spazio occupato dal corpo
559 del lavoratore.

(1) TUS, Art. 210, c. 5: Nei casi di cui all'art. 208 c.3 e 4, sono adottate misure di protezione specifiche quali l'informazione e la formazione dei lavoratori a norma dell'art.210-bis, l'uso di strumenti tecnici e la protezione individuale, da realizzarsi anche mediante la messa a terra degli oggetti di lavoro, il collegamento elettrico dei lavoratori con gli oggetti di lavoro nonché, se del caso e a norma degli articoli 75, 76 e 77, con l'impiego di scarpe e guanti isolanti e di indumenti protettivi

560 Il valore efficace (RMS) si utilizza per i campi sinusoidali. Nel caso di campi non
561 sinusoidali, la valutazione dell'esposizione si basa di norma sul metodo del picco
562 ponderato (Cfr. Allegato C § 3.1.1 – B). Possono essere applicate procedure di
563 valutazione alternative scientificamente provate convalidate purché conducano a risultati
564 comparabili.

565 Di seguito sono riportate le **tabelle sinottiche 3 e 4** relative, rispettivamente, ai **VLE** e
566 ai **VA** per gli **effetti non termici**, con i riferimenti alle corrispondenti tabelle
567 dell'Allegato XXXVI, Parte II del TUS, nonché alle condizioni di esposizione, al significato
568 protezionistico ed eventuali note o precisazioni.

569

Tabella 3 – VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE (VLE) – EFFETTI NON TERMICI

TABELLE ALLEGAT O XXXVI. PARTE II	INTERVALLO DI FREQUENZA	GRANDEZZA FISIC		TIPO DI EFFETTO		CONDIZIONE DI ESPOSIZIONE	SIGNIFICATO PROTEZIONISTICO/ NOTE
				SENSORIALE	SANITARIO		
A1	0 – 1 Hz	Induzione magnetica esterna B ₀ [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
A2	1 Hz ≤ f < 3 kHz	Campo elettrico interno (<i>in situ</i>) E _{int} [V m ⁻¹]			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]. I VLE sono valori di picco in termini temporali che sono pari ai valori efficaci (RMS) moltiplicati per √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 convalidate purché conducano a risultati comparabili.
	3 kHz ≤ f ≤ 10 MHz				3,8 × 10 ⁻⁴ f		
A3	1 Hz ≤ f < 10 Hz	Campo elettrico interno (<i>in situ</i>) E _{int} [V m ⁻¹]		0,7 / f			

570

571

Tabella 4 – VALORI DI AZIONE (VA) – EFFETTI NON TERMICI

Per i lavoratori particolarmente sensibili al rischio si applicano ulteriori restrizioni (Cfr. Cap. 7 e Parte 19, Allegato A)						
TABELLE ALLEGATO XXXVI. PARTE II	INTERVALLO DI FREQUENZA	GRANDEZZA FISICA (CAMPI AMBIENTALI)	VA _{INF} (VALORI EFFICACI)	VA _{SUP} (VALORI EFFICACI)	VA ESPOSIZIONE LOCALIZZATA DEGLI ARTI (VALORI EFFICACI)	SIGNIFICATO PROTEZIONISTICO/ NOTE
B1	1 Hz ≤ f < 25 Hz	Intensità di campo elettrico E [V m ⁻¹]	2,0 × 10 ⁴	2,0 × 10 ⁴		Il rispetto dei VA_{inf} (E) garantisce il rispetto dei VLE sanitari e sensoriali permette di prevenire le scariche elettriche nell'ambiente di lavoro; Il rispetto dei VA_{sup} (E) garantisce il rispetto dei VLE sanitari e sensoriali non assicura la prevenzione delle scariche elettriche nell'ambiente di lavoro. f è la frequenza espressa in Hertz [Hz]. I VA sono valori di picco in termini temporali che sono pari ai valori efficaci (RMS) moltiplicati per √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 convalidate, purché conducano a risultati comparabili.
	25 Hz ≤ f < 50 Hz		5,0 × 10 ⁵ /f	2,0 × 10 ⁴		
	50 Hz ≤ f < 1,64 kHz		5,0 × 10 ⁵ /f	1,0 × 10 ⁶ /f		
	1,64 kHz ≤ f < 3 kHz		5,0 × 10 ⁵ /f	6,1 × 10 ²		
	3 kHz ≤ f ≤ 10 MHz		1,7 × 10 ²	6,1 × 10 ²		
B2	1 Hz ≤ f < 8 Hz	Induzione magnetica B [μT]	2,0 × 10 ⁵ /f ²	3,0 × 10 ⁵ /f	9,0 × 10 ⁵ /f	Il rispetto dei VA_{inf} (B) nell'intervallo di frequenza 1 Hz – 400 Hz garantisce il rispetto dei pertinenti VLE_{sens}; al di sopra dei 400 Hz, coincidendo con i VA_{sup} (B), garantisce il rispetto dei pertinenti VLE_{san}. Il rispetto dei VA_{sup} (B) garantisce il rispetto dei VLE sanitari, ma non di quelli sensoriali; I VA_{arti} (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 dei VA su tutto il corpo del lavoratore.

572

B3	VA – CORRENTI DI CONTATTO I _c (valori efficaci)			
	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 kHz ≤ f < 100 kHz		0,4 × f [kHz]	
	100 kHz ≤ f ≤ 10 000 kHz		40	
B4	VA PER L'INDUZIONE MAGNETICA DI CAMPI MAGNETICI STATICI			
	0 Hz – 1 Hz	Induzione magnetica esterna B ₀ [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 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.

573

574 8.1.2 Effetti Termici

575 Nell'Allegato XXXVI, Parte III del TUS [1] sono definiti i VLE e i VA relativi agli effetti
576 termici.

577 Valori limite di esposizione (VLE)

578 Con riferimento agli effetti termici, i VLE relativi agli **effetti** (VLE_{san}) per esposizione a
579 campi elettromagnetici a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz proteggono dal
580 riscaldamento termico dei tessuti o organi. VLE_{san}
100 kHz-300 GHz

581 Nel campo di frequenze compreso tra 300 MHz e 6 GHz sono inoltre definiti i VLE relativi
582 agli **effetti sensoriali uditivi** (VLE_{sens}), derivanti dall'esposizione della testa a campi
583 elettromagnetici impulsivi a microonde. VLE_{san}
300 MHz – 6 GHz

584 I pertinenti VLE sono riportati nelle tre tabelle A1, A2 e A3 dell'Allegato XXXVI, Parte III
585 del TUS in funzione della frequenza del campo a cui il lavoratore è esposto. *Valori Limite di
Esposizione per gli
Effetti Termici:*

586 La **Tab. A1** definisce i VLE_{san} per le frequenze comprese tra **100 kHz e 6 GHz**. Essi sono
587 riferiti alla potenza assorbita per unità di massa di tessuto corporeo, (**tasso di**
588 **assorbimento specifico, SAR** [$W\ kg^{-1}$]) derivante da esposizione a CEM.

- SAR [$W\ kg^{-1}$]
- SA [$mJ\ kg^{-1}$]
- S [$W\ m^{-2}$]

589 La **Tab. A2** definisce il VLE_{sens} per le frequenze comprese tra **0,3 GHz e 6 GHz**. Esso è
590 riferito all'assorbimento di energia per unità di massa (**assorbimento specifico di**
591 **energia, SA** [$mJ\ kg^{-1}$]) all'interno della testa, derivante dall'esposizione a campi
592 elettromagnetici impulsivi a microonde.

593 La **Tab. A3** definisce i VLE_{san} per esposizione a campi elettromagnetici per le frequenze
594 comprese tra 6 GHz e 300 GHz. Essi sono riferiti alla **densità di potenza** di onda
595 elettromagnetica (**S** [$W\ m^{-2}$]) incidente sulla superficie corporea.

596 **Si noti che nell'intervallo di frequenza compreso tra 100 kHz e 10 MHz (le così dette**
597 **frequenze intermedie) gli effetti non-termici e gli effetti termici coesistono. In tale**
598 **intervallo, pertanto, deve essere verificato il rispetto sia dei limiti per gli effetti non**
599 **termici (stimolazione elettrica) sia dei limiti per gli effetti termici.**

600 Valori di azione (VA)

601 Per le frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz, i VA sono relativi a valori ambientali
602 imperturbati del campo elettrico (E [$V\ m^{-1}$]) e dell'induzione magnetica (B [T]), intesi come
603 valori massimi calcolati o misurati sul posto di lavoro nello spazio occupato dal corpo del
604 lavoratore o parti specifiche di questo. VA
100 kHz-300 GHz

605 Per le frequenze comprese tra 6 GHz e 300 GHz è, inoltre, definito un VA relativo alla
606 densità di potenza ambientale (S [$W\ m^{-2}$]). Il VA(S) viene a coincidere con il
607 corrispondente VLE(S), essendo espresso nella medesima unità di misura, sebbene
608 quest'ultimo, in quanto grandezza dosimetrica, sia relativo alla densità di potenza
609 incidente sulla superficie corporea. VA
6 GHz – 300 GHz

610 I VA(E) e VA(B) consentono una valutazione semplificata della conformità ai pertinenti
611 VLE. A seguito della valutazione dei rischi, qualora risulti che i VA sono superati, il DL,
612 a meno che la valutazione, dimostri che i pertinenti VLE non sono superati e che possono
613 essere esclusi rischi relativi alla sicurezza, elabora ed applica un programma d'azione
614 che comprenda misure tecniche e organizzative intese a prevenire esposizioni superiori
615 ai VLE relativi agli effetti sensoriali e ai VLE relativi agli effetti sanitari. In caso di
616 esposizione a una sorgente molto localizzata, distante pochi cm dal corpo, il campo
617 elettrico interno (*in situ*) e la conformità ai VLE possono essere determinati, caso per
618 caso, mediante dosimetria (Cfr. Cap.9).

619 Per le frequenze fino a 110 MHz, che includono la banda di frequenza delle trasmissioni
620 radio in modulazione di frequenza (FM), il contatto con un oggetto conduttore in un
621 campo elettromagnetico può determinare effetti indiretti come scosse o correnti indotte
622 attraverso gli arti. Al fine di prevenire tali effetti, sono definiti i seguenti VA:

- 623 • VA per le correnti di contatto stazionarie, $VA(I_C)$ [mA], per le frequenze comprese tra
624 100 kHz e 10 MHz, al fine di prevenire il rischio di scosse e ustioni che potrebbero
625 verificarsi nel caso in cui un lavoratore venga a contatto con un oggetto conduttore
626 a potenziale diverso dal corpo;
- 627 • VA per le correnti indotte attraverso gli arti, $VA(I_L)$ [mA], per le frequenze comprese
628 tra 10 MHz e 110 MHz, al fine di prevenire l'induzione di correnti attraverso gli arti, a
629 seguito del contatto con un oggetto in un campo elettromagnetico, che può
630 incrementare l'esposizione oltre i VLE per il SAR localizzato.

631 Di seguito sono riportate le **tabelle sinottiche 5 e 6** relative, rispettivamente, ai VLE e
632 ai VA per gli effetti termici, con i riferimenti alle corrispondenti tabelle
633 dell'Allegato XXXVI, Parte III del TUS, nonché alle condizioni di esposizione, al
634 significato protezionistico ed eventuali note o precisazioni.

635

Tabella 5 – VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE (VLE) – EFFETTI TERMICI

TABELLE ALLEGATO XXXVI. PARTE III	INTERVALLO DI FREQUENZA	GRANDEZZA FISICA	TIPO DI EFFETTO		CONDIZIONE DI ESPOSIZIONE	SIGNIFICATO PROTEZIONISTICO/ NOTE
			SENSORIALE	SANITARIO		
A1	$100 \text{ kHz} \leq f < 6 \text{ G Hz}$	Tasso di assorbimento specifico $\text{SAR [W kg}^{-1}\text{]}$		0,4	Esposizione a corpo intero	I VLE_{san} proteggono dal riscaldamento termico dei tessuti od organi derivante dall'esposizione a campi elettromagnetici. I VLE_{san} riferiti al SAR (potenza assorbita per unità di massa di tessuto corporeo) sono relativi a valori mediati per ogni periodo di sei minuti. Il rispetto dei VLE_{san} 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.
				10	Esposizione localizzata di testa e tronco	
				20	Esposizione localizzata degli arti	
A2	$0,3 \text{ GHz} \leq f \leq 6 \text{ GHz}$	Assorbimento specifico locale di energia $\text{SA [mJ kg}^{-1}\text{]}$	10		Esposizione della testa a campi elettromagnetici pulsati	Il VLE_{sens} 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	$6 \text{ GHz} \leq f \leq 300 \text{ GHz}$	Densità di potenza incidente sulla superficie corporea $\text{S [W m}^{-2}\text{]}$		50		I VLE_{san} proteggono dal riscaldamento termico dei tessuti od organi derivante dall'esposizione a campi elettromagnetici. I VLE_{san} riferiti alla densità di potenza S sono relativi a valori mediati su intervalli temporali diversi in funzione della frequenza: tra 6 e 10 GHz sono mediati per ogni periodo di sei minuti, al di sopra di 10 GHz sono mediati su periodi di $68/f^{1.05}$ 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 Wm^{-2} .

636

637

Tabella 6 – VALORI DI AZIONE (VA) – EFFETTI TERMICI

Per i lavoratori particolarmente sensibili al rischio si applicano ulteriori restrizioni (Cfr. Cap. 7 e Parte 19, 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 _L) per la corrente indotta in qualsiasi arto [mA] (valore efficace)
			VA (E) per l'intensità del campo elettrico [V m ⁻¹] (valore efficace)	VA (B) per l'induzione magnetica [μT] (valore efficace)	VA (S) per la densità di potenza [Wm ⁻²]			
B1	B2	100 kHz ≤ f < 1 MHz	610	2,0 × 10 ⁶ / 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_L)]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 e 10 GHz sono mediati per ogni periodo di 6 minuti, al di sopra di 10 GHz sono mediati su periodi di 68 / f^{1,05} 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 del lavoratore o parti di questo. 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 cm², con la condizione aggiuntiva che la densità di potenza mediata su ogni superficie di 1 cm² non superi il valore di 1000 Wm⁻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 (<i>Guida Parte 19, Allegato C</i>). 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.	
		1 MHz ≤ f <10 MHz	6,1 × 10 ⁸ / f					
		10 MHz ≤ f ≤ 100 MHz	61					0,2
		100 MHz ≤ f ≤110 MHz						
		110 MHz ≤ f < 400 MHz	3 × 10 ⁻³ f ^{1/2}	1,0 × 10 ⁻⁵ f ^{1/2}	50			
		400 MHz ≤ f < 2 GHz						
		2 GHz ≤ f < 6 GHz						
		6 GHz ≤ f ≤ 300 GHz	140	0,45				

638

8.2 Limiti per l'esposizione di carattere non professionale

Per le ragioni illustrate nel capitolo 6, alle esposizioni non professionali si applicano le disposizioni generali del TUS [1] e i limiti per la popolazione fissati dalla legislazione nazionale vigente.

Nel caso di esposizioni a campi multisorgente 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 [18]. 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 (Cfr. Parte 19, Allegato C).

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 (basse frequenze). 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 (cfr.Cap.7).

I limiti per l'esposizione della popolazione e per le esposizioni non professionali sono definiti dalla **Legge quadro 22 febbraio 2001 n. 36** "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" [3] e dai relativi decreti attuativi:

- **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" [5] (di seguito richiamato come DPCM BF);
- **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 a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz" [4] (di seguito richiamato come DPCM AF);
- I due DPCM, recepiscono (rispettivamente negli artt. 3 e 4) l'insieme delle restrizioni per la popolazione definite dalla **Raccomandazione** 1999/519/CE [18], 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, i medesimi DPCM fissano 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;

- 689 – **obiettivi di qualità**, sono criteri localizzativi, standard urbanistici, prescrizioni e
690 incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi
691 regionali, nonché valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico definiti ai
692 fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai CEM.

693 Nel DPCM BF, l'obiettivo di qualità si intende come mediana dei valori dell'induzione
694 magnetica calcolati o misurati nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.
695 Esso si applica nella progettazione di nuovi elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz
696 in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici
697 e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore, e nella progettazione dei
698 nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni
699 elettriche già presenti nel territorio.

700 Nel DPCM AF e s.m.i., gli obiettivi di qualità si intendono come media nell'arco delle
701 24 ore dei valori di immissione dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati
702 a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz, calcolati o misurati all'aperto nelle aree
703 intensamente frequentate. Il DPCM AF [4] è stato modificato da successivi decreti. Le
704 modifiche più sostanziali, sono contenute nel **Decreto Legge 18 ottobre 2012, n. 179**
705 recante "Isteriori misure urgenti per la crescita del Paese" (c.d. Decreto Crescita 2.0),
706 coordinato con la legge di conversione 17 dicembre 2012, n. 221- Art. 14 comma 8" (G.U.
707 n. 294 del 18 dicembre 2012) [6], e riguardano:

- 708 • le tecniche di rilevazione, misurazione e calcolo previsionale dei livelli di esposizione;
- 709 • una più approfondita e puntuale definizione dei luoghi nei quali si applicano i valori
710 di attenzione⁽²⁾;
- 711 • il mandato ad ISPRA, ARPA, APPA di predisporre tre Linee Guida, che definiscano
712 rispettivamente:
 - 713 1) i parametri che tengono conto della variabilità temporale delle trasmissioni
714 nell'arco delle 24 ore e modalità di fornitura dei dati di impianto da parte dei
715 gestori agli Enti di controllo (definiti nel c.d. Decreto ALFA24 [8]);
 - 716 2) l'assorbimento degli edifici di cui i calcoli previsionali dovranno tenere conto
717 (definito nel c.d. Decreto Assorbimenti [7]);
 - 718 3) la definizione di "pertinenze esterne" nelle quali trova applicabilità il valore di
719 attenzione (definite nel c.d. Decreto Pertinenze [9], che nell'Allegato 1 riporta una
720 sintesi di tutte le modifiche successive del DPCM AF).

721 Le **Tab. 7-9** riportano schematicamente l'insieme delle restrizioni per l'esposizione della
722 popolazione e le esposizioni di carattere non professionali applicabili, ai sensi della
723 legislazione nazionale vigente, sulla base dell'intervallo di frequenza, della tipologia di
724 sorgente e della durata dell'esposizione.

725 Nello specifico, la **Tab. 7** riporta l'articolazione dei limiti di esposizione, valori di
726 attenzione e obiettivi di qualità definiti dai due DPCM 8 luglio 2003 per le esposizioni alle
727 sorgenti riconducibili agli elettrodotti e ai sistemi fissi di telecomunicazione
728 radiodiffusione.

729 Le **Tab. 8 e 9** riportano, rispettivamente, i limiti di base (LB) e i livelli di riferimento (LR)
730 definiti dalla Raccomandazione 1999/519/CE per le esposizioni non riconducibili alle
731 suddette categorie di sorgenti.

(2) Altre modifiche minori, piccole cancellazioni ed aggiunte, sono state introdotte con la Legge 11-11-2014 N. 164: Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto-Legge 12 settembre 2014 – Art. 6 comma 5 [12].

732
733

Tabella 7 – Articolazione dei limiti per l'esposizione della popolazione e le esposizioni di carattere non professionali applicabili ai sensi della legislazione nazionale vigente –

Per i lavoratori particolarmente sensibili al rischio si applicano ulteriori restrizioni (Cfr. Cap. 7 e Parte 19, Allegato A)					
SORGENTI	INTERVALLO DI FREQUENZA	CAMPO ELETTRICO (valore efficace)	CAMPO MAGNETICO (valore efficace)	DENSITÀ DI POTENZA (valore efficace)	SIGNIFICATO PROTEZIONISTICO/ NOTE
SORGENTI NON RICONDUCILI ALLE CATEGORIE DI CUI SOTTO (Rif. RACC.1999/519/CE)	0 Hz – 300 GHz	TAB. 8 – Limiti di Base (LB) TAB. 9 – Livelli di Riferimento (LR)			
ELETTRODOTTI (Rif. DPCM BF e s.m.i.)	50 Hz	5 [kV ^{m-1}]	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.
			10 [μT] valore di induzione magnetica mediana su 24 h per permanenze ≥ 4 h		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 giuoco 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.
			3 [μT] valore di induzione magnetica mediana su 24 h per permanenze ≥ 4 h		Obiettivo di qualità Valori 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 giuoco 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.

734

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.)	$0.1 < f \leq 3 \text{ MHz}$	$60 [\text{Vm}^{-1}]$	$0,2 [\text{A m}^{-1}]$		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.
	$3 < f \leq 3000 \text{ MHz}$	$20 [\text{Vm}^{-1}]$	$0,05 [\text{A m}^{-1}]$	$1 [\text{W m}^{-2}]$	
	$3 < f \leq 300 \text{ GHz}$	$40 [\text{Vm}^{-1}]$	$0,01 [\text{A m}^{-1}]$	$4 [\text{W m}^{-2}]$	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.
	$100 \text{ kHz} < f \leq 300 \text{ GHz}$	$6 [\text{Vm}^{-1}]$	$0,016 [\text{A m}^{-1}]$	$0,10 [\text{W m}^{-2}]$ (3 MHz – 300 GHz)	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.
		$6 [\text{Vm}^{-1}]$	$0,016 [\text{A m}^{-1}]$	$0,10 [\text{W m}^{-2}]$ (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 8 – Articolazione dei Limiti di Base (LB) per l'esposizione della popolazione e le esposizioni di carattere non professionale applicabili alle esposizioni da sorgenti NON riconducibili agli elettrodotti e ai sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi (Raccomandazione 1999/519/CE)

Intervallo di frequenza	Induzione magnetica [mT]	Densità di corrente [mA m ⁻¹] (valore efficace) (*)	SAR [W kg ⁻¹]			Densità di potenza S [Wm ⁻²]
			mediato sul corpo intero	localizzato (testa e tronco)	localizzato (arti)	
0	40					
>0–1 Hz		8				
1–4 Hz		8/f				
4–1000 Hz		2				
1000 Hz–100 kHz		f/500				
100 kHz–10 MHz		f/500	0,08	2	4	
10 MHz–10 GHz			0,08	2	4	
10 GHz–300 GHz			–	–	–	10

(*) I LB per la densità di corrente si prefiggono di proteggere dagli effetti sanitari da esposizione acuta dei tessuti del SNC nella testa e nel torace. Poiché i limiti di base si riferiscono agli effetti sul SNC, sono possibili intensità di corrente più elevate in tessuti corporei diversi dal SNC a parità di condizioni di esposizione. Data la non omogeneità elettrica del corpo, le densità di corrente devono essere calcolate come media su una sezione di 1 cm² perpendicolare alla direzione della corrente

Tabella 9 – Articolazione dei Livelli di Riferimento (LR) per l'esposizione della popolazione e le esposizioni di carattere non professionale applicabili alle esposizioni da sorgenti NON riconducibili agli elettrodotti e ai sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi (Raccomandazione 1999/519/CE)

Per i lavoratori particolarmente sensibili al rischio si applicano ulteriori restrizioni (Cfr. Cap. 7 e Parte 19, Allegato A)						
Intervallo di frequenza	Intensità di campo E [V m ⁻¹]	Intensità di campo H [A m ⁻¹]	Campo B [μ T]	Densità di potenza ad onda piana equivalente Sequ [W m ²]	Corrente di contatto I _c [mA]	Corrente indotta attraverso gli arti I _L [mA]
0–1 Hz		3,2 × 10 ⁴	4 × 10 ⁴			
1–8 Hz	10000	3,2 × 10 ⁴ f ²	4 × 10 ⁴ /f ²			
8–25 Hz	10000	4000/f	5000/f		0,5	
0.025–0.8 kHz	250/f	4/f	5/f			
0.8–2,5 kHz	250/f	5	6,25			
2,5–3 kHz					0,2 f [f in kHz]	
3–100 kHz	87	5	6,25			
100–150 kHz						
0.15–1 MHz	87	0,73/f	0,92/f		20	
1–10 MHz	87/f ^{1/2}	0,73/f	0,92/f			
10–110 MHz	28	0.073	0,092	2		45 (inteso a limitare il SAR localizzato su qualsiasi periodo di 6 minuti)
110–400 MHz						
400–2000 MHz	1375 f ^{1/2}	0,0037 f ^{1/2}	0,0046 f ^{1/2}	f/200		
2–300 GHz	61	0,16	0,20	10		

9 Esposizioni localizzate

Per “esposizioni localizzate” si intendono quelle situazioni in cui il lavoratore deve operare a contatto fisico con la sorgente (ad esempio nell'uso di un elettrobisturi, di una saldatrice, TMS-stimolazione transcranica, ecc.) o si trovi in una condizione di *campo vicino* (per il significato si consulti un manuale di elettrotecnica). Tali esposizioni sono di carattere professionale e, pertanto, i limiti da rispettare sono quelli stabiliti dal TUS.

Definizione di
esposizione
localizzata

Le condizioni di campo uniforme, con cui sono derivati i VA, spesso non corrispondono alla reale esposizione, soprattutto nel caso di sorgenti in bassa frequenza o, più in generale, quando ci si trova in condizioni di *campo vicino*. In questi casi, il soggetto immerso nel campo è esposto a livelli variabili tra un valore massimo e minimo. Inoltre, a pari valore di campo esterno, la direzione del campo potrebbe differire nei diversi punti del corpo umano generando così un diverso effetto.

In prima analisi, a titolo cautelativo, è possibile considerare il valore massimo di campo esterno misurato o calcolato all'interno del volume occupato dal soggetto esposto e confrontarlo con i pertinenti VA. Se il VA viene rispettato, il processo di valutazione del rischio può considerarsi concluso e non sono necessarie ulteriori azioni. Questo approccio ha il vantaggio di essere molto semplice da applicare ma, allo stesso tempo, risulta molto conservativo in quanto, implicitamente, si considera che il soggetto sia esposto ad un campo uniforme di valore pari a quello massimo.

Qualora tale approccio conduca ad una valutazione non conforme dell'esposizione, è possibile procedere alla valutazione dell'esposizione mediante dosimetria, cioè avvalendosi di codici di calcolo e di modelli numerici del corpo umano, ovvero di misurazioni dosimetriche in fantocci dielettrici⁽³⁾. Nello specifico, viene detto che *“Qualora si tratti di una sorgente molto localizzata, distante pochi centimetri dal corpo, il campo elettrico interno (in situ), e la conformità ai VLE, possono essere determinati caso per caso mediante dosimetria (TUS, Allegato XXXVI, Parte III, nota B1-3 alla Tab: B1).* Tale metodologia permette di considerare la reale distribuzione spaziale del campo esterno prodotto dalla sorgente e le effettive grandezze dosimetriche indotte nel corpo umano.

(3) I fantocci dielettrici sono costituiti da materiali che riproducono le proprietà dielettriche del corpo umano a determinate frequenze (tipicamente superiori a 10 MHz).

ESEMPIO DI APPLICAZIONE DEL CALCOLO DOSIMETRICO

Caso semplificato di un dispositivo per la ricarica wireless operante alla frequenza di 85 kHz.

Dispositivo di ricarica wireless
 $f=85$ kHz

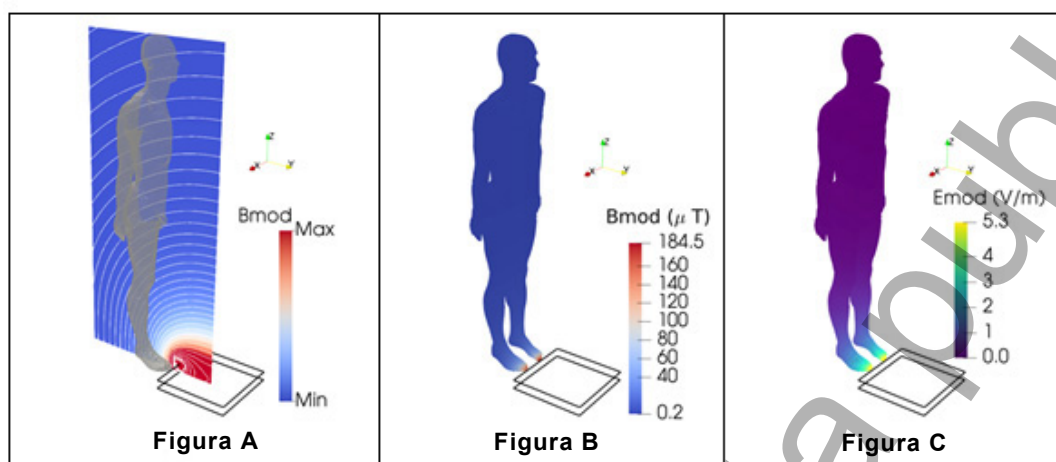


Figura 1 – Ricarica wireless alla frequenza di 85 kHz

In **Fig. 1-A** sono mostrate due spire quadrate rappresentanti, rispettivamente, la bobina trasmittente e quella ricevente. Nella stessa figura si mette in evidenza che l'induzione magnetica generata nel volume occupato dal modello umano varia sia in termini di modulo che di direzione.

In **Fig. 1-B** sono rappresentati i valori del modulo dell'induzione magnetica (B_{mod}) nel corpo umano e si nota che il valore massimo di induzione magnetica, pari a $184 \mu T$, si rileva in prossimità dei piedi.

In **Fig. 1-C** viene riportata la distribuzione del modulo del campo elettrico (E_{mod}) indotto nel corpo umano. Il valore massimo calcolato è pari a $5.3 V/m$.

Considerando che alla frequenza di 85 kHz i limiti da applicare sono quelli relativi agli *effetti non termici*, riassunti nelle tabelle 3 e 4 di questa Guida, per cui VA_{inf} è pari a $100 \mu T$ ed il relativo VLE_{san} è pari a $32,3 V m^{-1}$, si conclude che in condizioni di esposizione localizzata, pur risultando superati in modo significativo i valori di azione ($184 \mu T > 100 \mu T$), è possibile che i valori limite di esposizione siano rispettati ampiamente ($5,3 V m^{-1} < 32,3 V m^{-1}$).

*Conclusione
Si supera il
 VA_{inf} ma è
rispettato il VLE*

Dal punto di vista metodologico, in presenza di esposizione localizzata, nel calcolo o nella misura può essere adottata la media spaziale del campo (Cfr. Cap.10).

10 Media spaziale dell'induzione magnetica in presenza di campi pulsati

In presenza di esposizioni localizzate, per rendere meno conservativa l'analisi del rischio da esposizione ai campi elettromagnetici, viene suggerita la media spaziale del campo. Parlando di esposizione in bassa frequenza, questo processo consiste nel misurare o calcolare l'induzione magnetica in più punti dello spazio (considerati rappresentativi) e farne la media. Sebbene questo procedimento sia semplice da seguire per campi a singola frequenza, per sorgenti multi-frequenza o pulsati potrebbero servire dei chiarimenti.

10.2 Media spaziale dell'indice di esposizione

A titolo di esempio, nella norma CEI EN 62822-2 [31] relativa a saldatrici ad arco si fa riferimento in più punti alla possibilità di eseguire la media spaziale dell'induzione magnetica. Come mostrato in Fig. 2 viene suggerito di mediare l'induzione magnetica, nonostante nel contesto delle saldatrici ad arco il campo sia pulsato.

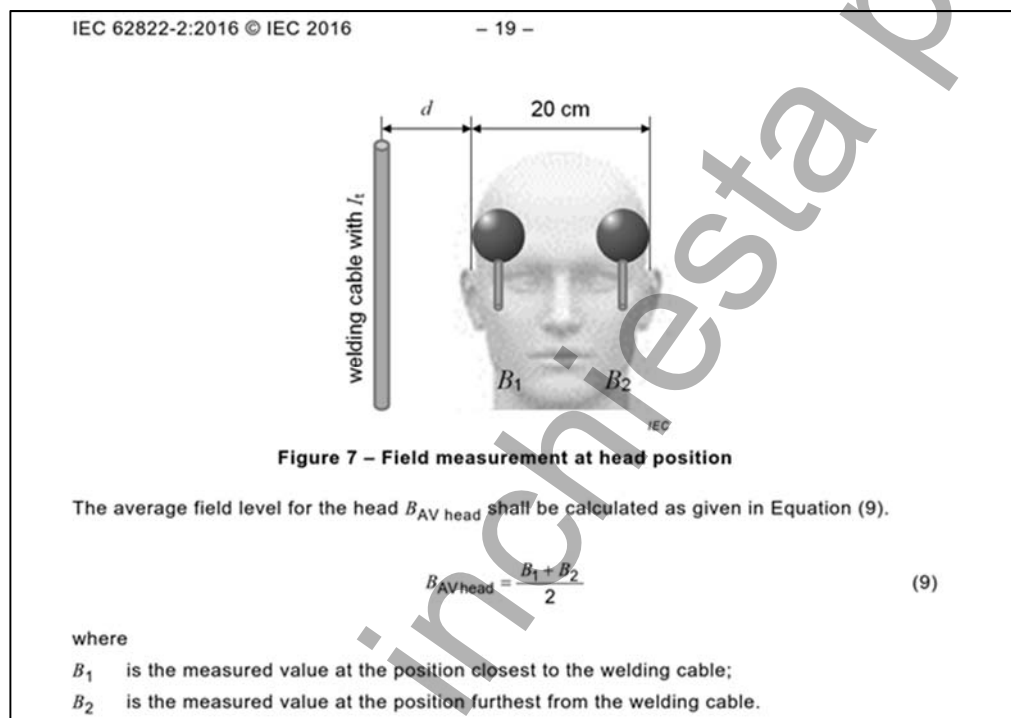


Figura 2 – estratto della norma CEI EN 62822-2 sulle saldatrici ad arco

Campi multi-frequenza o pulsati vanno analizzati con metodi adatti a considerare tutto il contenuto armonico: ad una forma d'onda di induzione magnetica è possibile associare un indice di esposizione espresso in per-unità o percentuale.

I metodi attualmente proposti per l'analisi di forme d'onda più complesse nelle normative tecniche e nelle linee guida sono tutti lineari. Questa osservazione è molto importante perché permette di applicare la sovrapposizione degli effetti all'indice di esposizione (normalmente fornito da strumenti di misura commerciali) invece che alle forme d'onda di induzione magnetica (raramente fornite da strumenti commerciali).

In conclusione, in presenza di forme d'onda complesse, è possibile considerare la media spaziale degli indici di esposizione in maniera del tutto equivalente alla media spaziale dell'induzione magnetica.

823 Esempio

824 A titolo di esempio si consideri la spira rappresentata in Fig. 3 (esempio di elettrodi di
825 una saldatrice) percorsa dalla corrente rappresentata in Fig. 4.

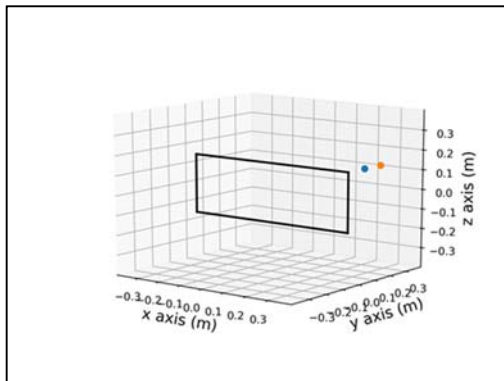


Figura 3 – Spira di dimensioni 700 mm x 300 mm con due punti di ispezione. Blu punto 1. Arancione punto 2.

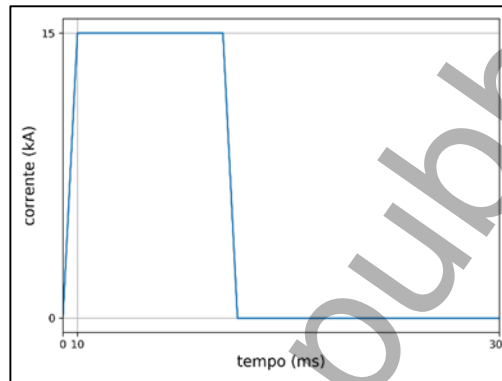


Figura 4 – Corrente impressa nella spira. Valore massimo 15 kA e fronte di salita (rise time) pari a 10 ms.

826 Nei punti di ispezione rappresentati in Fig. 3 (blu punto 1 e arancione punto 2) si possono
827 registrare le forme d'onda di campo (proporzionali alla corrente) rappresentate in Fig. 5.
828 Viene calcolata anche la media aritmetica delle due curve e riportata in nero. A questo
829 punto la valutazione dell'esposizione a tali forme d'onda complesse può essere effettuata
830 applicando il metodo del picco ponderato:

- 831 1) nel punto 1 (curve in blu)
- 832 2) nel punto 2 (curve in arancione)
- 833 3) alla media dei valori di campo (curve in nero)

834 Si procede poi a confrontare la curva del caso 3 con la media degli indici di esposizione
835 ottenuti ai punti 1 e 2. Le suddette analisi sono state eseguite al variare del rise time
836 (fronte di salita) considerando valori che vanno da 1 ms a 10 ms.

837 I risultati sono mostrati in Fig. 6 in cui gli indici di esposizione sono espressi in per-unità.
838 Risulta evidente che mediare le forme d'onda di induzione magnetica ed applicare il
839 metodo del picco ponderato è del tutto equivalente ad applicare il metodo del picco
840 ponderato e mediare gli indici di esposizione.

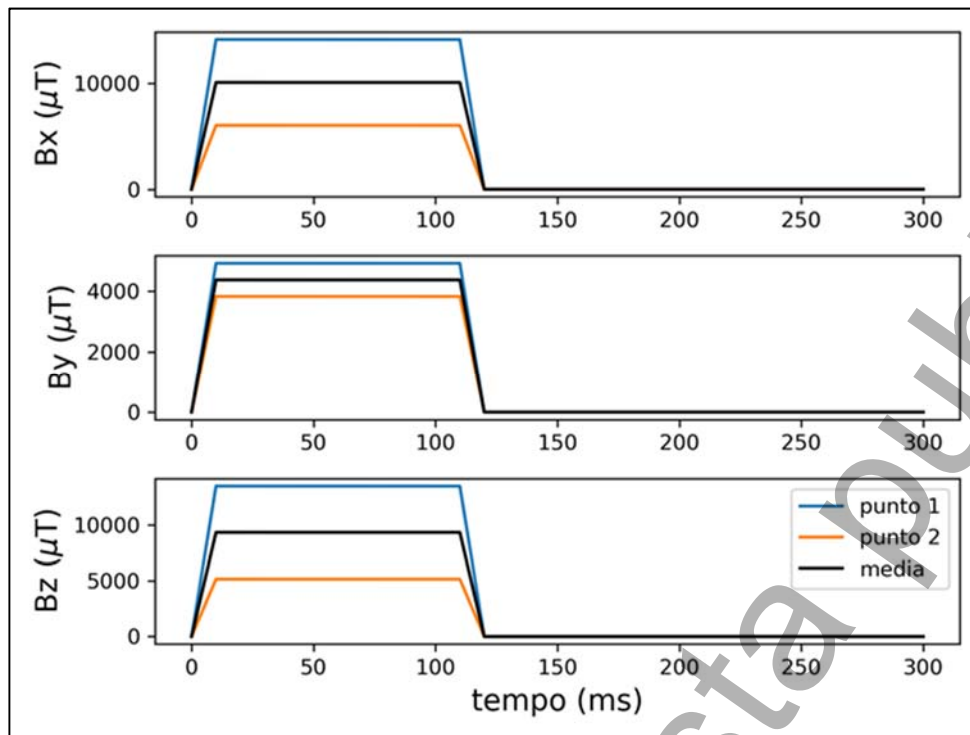


Figura 5 – Campo nel punto 1 (blu) e nel punto 2 (arancione). In nero viene rappresentato il valore di campo medio ottenuto come media aritmetica delle curve blu e arancione.

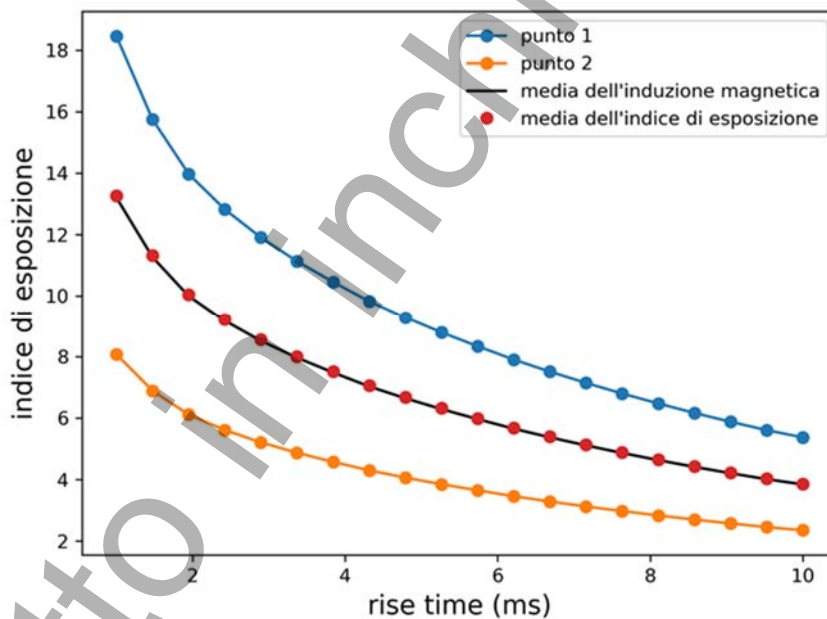


Figura 6 – indici di esposizione: punto 1, punto 2, media dell'induzione magnetica, media degli indici di esposizione.

11 Superamento dei limiti e deroghe

Il DL assicura che l'esposizione di carattere professionale dei lavoratori ai CEM non superi i VLE_{san} e i VLE_{sens} (TUS, Allegato XXXVI). Il rispetto dei VLE deve essere dimostrato ricorrendo alle procedure di valutazione dell'esposizione di cui all'art. 209 del TUS, che prevedono la misurazione e il calcolo quando non sia possibile giustificare o stabilire il rispetto dei VLE sulla base di informazioni facilmente accessibili.

Qualora non si intenda ricorrere a calcoli dosimetrici per la verifica del rispetto dei pertinenti VLE, è possibile verificare il rispetto dei pertinenti VA sulla base di misurazioni ambientali (Cfr. Cap. 8.1).

Nel caso in cui l'esposizione superi i VA, il DL, a meno che dimostri che i pertinenti VLE non sono superati e che possono essere esclusi rischi per la sicurezza, elabora ed applica un programma di azione che comprenda misure tecniche ed organizzative intese a prevenire esposizioni superiori ai VLE_{sens} e VLE_{san} (artt. 208-210 del TUS). Qualora, nonostante i provvedimenti presi, si verifichi il superamento dei VLE_{sens} o dei VLE_{san} , il DL deve adottare misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei VLE, nonché individuare e registrare le cause del superamento.

Laddove si siano verificati **superamenti accidentali e non previsti** dei VLE_{sens} o dei VLE_{san} , il DL dovrà provvedere all'aggiornamento della valutazione dei rischi e del relativo documento, indicando le misure di prevenzione e protezione più appropriate ai fini del contenimento dell'esposizione entro i pertinenti limiti.

*Superamento
accidentale e
non prevedibile*

11.1 Superamento dei limiti per gli effetti sensoriali

A determinate condizioni, **ove giustificato dal processo produttivo o dalla pratica**, la legislazione consente il **superamento previsto e programmato** dei limiti relativi agli effetti sensoriali. L'art. 208 del TUS specifica, nel comma 4, le condizioni in cui è consentito il superamento dei VA_{inf} per gli effetti non termici (TUS, Allegato XXXVI, Parte II) e, nel comma 5, definisce le condizioni in cui è consentito il superamento dei VLE_{sens} per gli effetti non termici e per gli effetti termici (TUS, Allegato XXXVI, Parte II e Parte III).

*Superamento
previsto e
programmato*

Nel caso di superamento dei VA_{inf} o dei VLE_{sens} , il DL dovrà fornire ai lavoratori e agli RLS le informazioni e la formazione specifiche integrative (Cfr. Cap. 17) in relazione al risultato della valutazione dei rischi e, se necessario, effettuare la comunicazione all'Organo di Vigilanza preposto secondo le modalità illustrate nel capitolo 14.

11.1.1 Condizioni per il superamento dei VA per gli effetti sensoriali

Ai sensi dell'art. 208, comma 4 del TUS, **l'esposizione può superare i VA_{inf}** , relativi agli effetti **sensoriali** non termici (Cfr. Tab. 4 o Allegato XXXVI, Parte II), **ove giustificato dal processo produttivo o dalla pratica**.

*Condizioni per il
superamento dei
 VA_{inf} (art. 208,
comma 4)*

Con riferimento all'esposizione ai **campi elettrici**, il superamento dei VA_{inf} (E) per gli effetti non termici è possibile purché siano contemporaneamente rispettate le seguenti condizioni:

*Condizioni per il
superamento del
 VA_{inf} (E)*

- non siano superati i pertinenti VLE_{san} ;
- siano evitate eccessive scariche elettriche e correnti di contatto, attraverso misure specifiche di prevenzione e protezione quali:
 - o formazione/informazione specifica dei lavoratori e degli RLS;
 - o uso di strumenti tecnici e per la protezione individuale da realizzarsi anche mediante la messa a terra degli oggetti di lavoro, il collegamento elettrico dei lavoratori con gli oggetti di lavoro, nonché con l'impiego di scarpe, guanti isolanti e indumenti protettivi.

Nella **Tab. 10** si riporta il prospetto dei VA_{inf} (E) relativi agli effetti sensoriali non termici, per i quali può essere consentito il superamento ai sensi del comma 4.a (TUS, art. 208) nonché dei pertinenti limiti che devono essere rispettati obbligatoriamente.

Tabella 10 – Requisiti per il superamento dei VA_{inf} (E) relativi agli effetti non termici

Superamento possibile se giustificato da pratica o processo produttivo (TUS, art. 208, comma 4.a) Intervallo di frequenze 0 Hz – 10 MHz			
Intervallo di frequenza	Allegato XXXVI - Parte II		
	VA _{inf} (E) superabile ...	...purché rispettati	
	VA _{inf} (E) [V m ⁻¹] (Tab. B1)	VLE _{san} (E) [V m ⁻¹] (Tab. A2)	VA(I _c) [mA] (Tab. B3)
0 ≤ f < 1 Hz			
1 ≤ f < 25 Hz	2 × 10 ⁴	< 1,1	1,0
25 ≤ f < 50 Hz	5 × 10 ⁵ /f		
50 ≤ f < 1,64 kHz			
1,64 ≤ f < 2,5 kHz			
2,5 ≤ f < 3 kHz			
3 kHz ≤ f < 100 kHz	1,7 × 10 ²	3,8 × 10 ⁻⁴ f	0,4 f
100 kHz ≤ f < 10 MHz			40

Con riferimento all'esposizione ai **campi magnetici**, il superamento dei VA_{inf} (B) per gli effetti non termici è possibile purché:

Condizioni per il superamento del VA_{inf}

- il superamento dei VA_{inf} (B) e l'eventuale superamento dei pertinenti VLE_{sens} sia **solamente temporaneo in relazione al processo produttivo**;
- non siano superati i pertinenti VLE_{san} ;
- il DL aggiorni, se necessario, la valutazione dei rischi e le misure di prevenzione;
- siano state fornite ai lavoratori e agli RLS informazioni sulle situazioni di rischio inerenti la possibilità di sensazioni e sintomi transitori dovuti ad effetti sul SNC o SNP.

Nell'intervallo di frequenza 1 Hz – 400 Hz, i VA_{inf} (B) assicurano il rispetto dei pertinenti VLE_{sens} definiti a protezione dagli effetti sensoriali che possono insorgere nel lavoratore, il cui superamento deve essere solo **temporaneo**. Al di sopra dei 400 Hz, i VA_{inf} (B) coincidono con i VA_{sup} (B), i quali assicurano il rispetto dei pertinenti VLE_{san} .

VA_{inf} (B)
1 Hz – 400 Hz

913 Nella **Tab. 11** si riporta un prospetto dei VA_{inf} (B) relativi agli effetti non termici, per i
914 quali può essere consentito il superamento (TUS, art. 208, comma 4.b) nonché dei
915 pertinenti limiti che devono essere rispettati obbligatoriamente.

916 Tabella 11. – **Requisiti per il superamento dei VA_{inf} (B) relativi agli effetti non**
917 **termici**

Superamento possibile purché temporaneo in relazione al processo produttivo (TUS, art. 208, comma 4.b) Intervallo di frequenze 1 Hz – 10 MHz			
Intervallo di frequenza	Allegato XXXVI – Parte II		
	VA _{inf} (B) superabili...		...purché sia rispettato
	VA _{inf} (B) [μT] (Tab.B2)	VLE _{sens} (Eint) [V m ⁻¹] (Tab.A3)	VLE _{san} (Eint) [V m ⁻¹] (Tab.A2)
1 ≤ f < 8 Hz	2 × 10 ⁵	0,7/f	1,1
8 ≤ f < 10 Hz	2,5 × 10 / f		
10 ≤ f < 25 Hz		0,07	
25 ≤ f < 300 Hz	1000	0,0028 f	
300 Hz ≤ f < 400 Hz	3 × 105/f		
400 Hz ≤ f < 3kHz			
3 kHz ≤ f < 10MHz	100		3,8 × 10-4 f

918

11.1.2 Condizioni per il superamento dei VLE per gli effetti sensoriali

Ai sensi dell'art. 208, comma 5 del TUS, l'esposizione può superare i VLE_{sens} relativi agli **effetti non termici** per l'induzione magnetica esterna (B_0) per frequenze comprese tra **0 e 1 Hz** (TUS Allegato XXXVI, Parte II, Tab. A1), i VLE_{sens} per il **campo elettrico interno (E_{int})** per frequenze comprese tra **1 Hz e 400 Hz** (Allegato XXXVI, Parte II, Tab. A3) e, con riferimento agli **effetti termici**, i VLE_{sens} per i campi pulsati a microonde nell'intervallo compreso tra **300 MHz e 6 GHz** (Allegato XXXVI, Parte III, Tab. A2) (Cfr. Tab.3) **ove giustificato dal processo produttivo o dalla pratica**, purché siano rispettate contemporaneamente le seguenti condizioni:

Condizioni per il superamento dei VLE_{sens} (art. 208, comma 5)

- il superamento sia solamente temporaneo in relazione al processo produttivo e siano esclusi rischi per la sicurezza;
- non siano superati i pertinenti VLE_{san} relativi agli effetti non termici (All. XXXVI, Parte II) e quelli relativi agli effetti termici (All. XXXVI, Parte III) (Cfr. Tab.3);
- nel caso di superamento dei VLE_{sens} per l'induzione magnetica esterna (B_0) nell'intervallo di frequenze comprese tra 0 e 1 Hz (All. XXXVI-Parte II, Tab.A1) siano state prese misure specifiche di protezione, quali il controllo dei movimenti (Cfr. Parte 19, Allegato B);
- nell'ipotesi in cui il lavoratore riferisca la comparsa di sintomi transitori, il datore di lavoro aggiorni, se necessario, la valutazione dei rischi e le misure di prevenzione. I sintomi transitori possono comprendere:
 - o percezioni ed effetti sensoriali nel funzionamento del SNC, nella testa, indotti da campi magnetici variabili nel tempo;
 - o effetti indotti da campi magnetici statici, quali vertigini e nausea;
- siano state fornite ai lavoratori informazioni sulle situazioni di rischio in relazione alla possibilità di sensazioni e sintomi transitori dovuti a effetti sul SNC o SNP.

Nella **Tab. 12** si riporta un prospetto dei VLE_{sens} relativi agli effetti non termici (TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tabb. A1 e A3) e dei VLE_{sens} relativi agli effetti termici (TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tab. A2), per i quali può essere consentito il superamento (TUS, art. 208, comma 5) nonché dei pertinenti limiti che devono essere rispettati obbligatoriamente (Cfr. Tab.3).

949
950

Tabella 12 – Condizioni per il superamento dei VLE_{sens} relativi agli effetti non termici (Tab.3 o TUS, Allegato XXXVI, Parte II) e di quelli relativi agli effetti termici (Tab. 5 o TUS, Allegato XXXVI, Parte II)

Art. 208 comma 5 - VLE_{sens} Intervallo di frequenze 0 Hz – 6 GHz									
Intervallo di frequenze	VLE_{sens} superabili....			...se rispettato VLE_{san}					
	Allegato XXXVI			Allegato XXXVI					
	Parte II		Parte III	Parte II		Parte III			
	$VLE_{sens} (B_0)$ [T] (Tab.A1)	$VLE_{sens} (E_{int})$ [V m ⁻¹] (Tab.A3)	$VLE_{sens} (SA)$ [mJ kg ⁻¹] (Tab.A2)	$VLE_{san} (B_0)$ [T] (Tab.A1)	$VLE (E_{int})$ [V m ⁻¹] (Tab.A2)	$VLE_{san} (SAR)$ [W kg ⁻¹] (Tab.A1)	$VLE_{san} (SAR)$ [W kg ⁻¹] (Tab.A1)	$VLE_{san} (SAR)$ [W kg ⁻¹] (Tab.A1)	$VLE_{san} (S)$ [W m ⁻¹] (Tab.A3)
$0 \leq f < 1$ Hz	2 (condizioni di lavoro non controllate)			8 (condizioni di lavoro controllate)					
	8 (esposizione localizzata arti)								
$1 \text{ Hz} \leq f < 10 \text{ Hz}$		0,7 / f			1,1				
$10 \text{ Hz} \leq f < 25 \text{ Hz}$		0.07							
$25 \text{ Hz} \leq f \leq 400 \text{ Hz}$		0,0028 f							
$400 \text{ Hz} \leq f < 3 \text{ kHz}$									
$3 \text{ kHz} \leq f < 100 \text{ kHz}$									
$100 \text{ kHz} \leq f < 10 \text{ MHz}$			10 (nella testa - campi pulsati a microonde)		$3 \times 10^{-4} f$	0,4 (corpo intero)	10 (testa e tronco)	20 (arti)	
$300 \text{ MHz} \leq f \leq 6 \text{ GHz}$									
$6 \text{ GHz} \leq f \leq 300 \text{ GHz}$									50

951

11.2 Deroghe

In presenza di specifiche circostanze debitamente motivate, documentate e soltanto per il periodo in cui rimangono tali, il DL può richiedere deroghe al rispetto dei VLE al Ministero del lavoro e delle politiche sociali, di concerto con il Ministero della salute, secondo criteri e modalità da definirsi con uno specifico decreto. Il DL è tenuto a informare tempestivamente l'RLS della richiesta di deroga. Il ricorso all'Istituto della deroga trova la sua motivazione nell'opportunità di salvaguardare situazioni, al momento non prevedibili, che potrebbero verificarsi in futuro.

Le deroghe possono essere richieste, **ove giustificato dal processo produttivo o dalla pratica**, qualora non sia possibile rispettare le condizioni statuite per il superamento dei VLE per gli effetti sensoriali (Cfr. § 11.1.2) o qualora non sia possibile rispettare i VLE relativi agli effetti sanitari.

L'eventualità di deroga al rispetto dei VLE nell'uso clinico della Risonanza Magnetica (RM) e nella ricerca correlata è ascritta al suddetto regime generale, con un ulteriore richiamo all'utilizzo delle apparecchiature di RM in condizioni di sicurezza ai sensi del D.lgs. 46/1997 e s.m.i. concernente "Attuazione della direttiva 93/42/CEE, concernente i dispositivi medici".

Nello specifico, al fine di prevenire abusi dello strumento normativo, l'autorizzazione della deroga è subordinata al rispetto rigoroso delle seguenti condizioni:

Condizioni per la richiesta di deroga

- dalla valutazione del rischio, effettuata conformemente a quanto richiesto dall'art. 209 del TUS, risulti dimostrato che i VLE siano superati;
- tenuto conto dello stato dell'arte, risultino applicate tutte le misure tecnico-organizzative per il contenimento delle esposizioni;
- le circostanze giustificano debitamente il superamento dei VLE;
- si sia tenuto conto del luogo di lavoro, delle attrezzature di lavoro e delle pratiche di lavoro;
- il DL dimostri che i lavoratori siano sempre protetti contro gli effetti nocivi per la salute e i rischi per la sicurezza, avvalendosi in particolare di norme e orientamenti comparabili, più specifici e riconosciuti a livello internazionale
- nel caso di installazione, controllo e uso, sviluppo e manutenzione degli apparati di risonanza magnetica (RM) per i pazienti nel settore sanitario o della ricerca correlata, il DL dimostri che i lavoratori siano sempre protetti dagli effetti nocivi per la salute e dai rischi per la sicurezza, assicurando in particolare che siano seguite le istruzioni per l'uso in condizioni di sicurezza fornite dal fabbricante ai sensi del D.Lgs.46/97 e s.m.i. concernente "Attuazione della direttiva 93/42/CEE, concernente i dispositivi medici".

989 12 Obblighi del datore di lavoro

990 Il DL, in virtù del TUS, è obbligato a valutare tutti i rischi cui sono esposti i lavoratori
991 nell'ambiente di lavoro in cui operano ed in funzione delle mansioni attribuite (TUS,
992 artt.17-28) in collaborazione con l'RSPP e il MC, previa consultazione del RLS.

993 Con riferimento alla valutazione dei rischi da esposizione ai CEM, oltre agli obblighi
994 generali (TUS, art.18), il DL **valuta e, quando necessario, misura o calcola i livelli dei**
995 **CEM** ai quali sono esposti i lavoratori, in modo da identificare, elaborare ed adottare le
996 opportune misure tecniche e organizzative di prevenzione e protezione. Tali misure sono
997 volte a prevenire qualsiasi rischio per lavoratori, nonché gli effetti sulla salute e la
998 sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio CEM, tra cui i soggetti
999 portatori di dispositivi medici impiantati attivi o passivi e di dispositivi medici portati sul
1000 corpo, le lavoratrici in stato di gravidanza e i minori. La valutazione dei rischi è riportata
1001 sul documento di valutazione dei rischi (DVR) e può includere una giustificazione del DL
1002 secondo cui la natura e l'entità dei rischi non rendono necessaria una valutazione dei
1003 rischi più dettagliata (Cfr. Cap.13).

1004 La valutazione, la misurazione e il calcolo devono essere effettuati tenendo anche conto
1005 delle guide pratiche della Commissione europea, delle pertinenti norme tecniche del
1006 Comitato elettrotecnico italiano (CEI), delle specifiche buone prassi individuate o
1007 emanate dalla Commissione consultiva permanente e delle informazioni reperibili presso
1008 le banche dati INAIL o delle Regioni. La valutazione, la misurazione e il calcolo devono
1009 essere effettuati, inoltre, tenendo conto delle informazioni sull'uso e delle indicazioni per
1010 la sicurezza rilasciate dai fabbricanti o dai distributori delle attrezzature, ovvero dei livelli
1011 di emissione indicati in conformità alla legislazione europea, ove applicabili, alle
1012 condizioni di esposizione sul luogo di lavoro o sul luogo di installazione.

*Indicazioni per
la valutazione
del rischio
TUS, art. 209*

1013 A seguito della valutazione dei livelli dei CEM (Cfr. Cap.13), qualora risulti che sono
1014 superati i VA, il datore di lavoro può elaborare ed applicare un programma di azione che
1015 comprenda misure tecniche ed organizzative volte a ridurre l'esposizione ed effettuare
1016 di nuovo la valutazione a valle della loro implementazione oppure, in alternativa, valutare
1017 e, quando necessario, calcolare se i VLE_{sens} e VLE_{san} siano stati superati. Alcune misure
1018 tecniche e organizzative intese a ridurre le esposizioni sono descritte nel Cap. 15.

*Misure di
prevenzione e
protezione
TUS, art.210*

1019 La valutazione dovrà essere effettuata e riprogrammata almeno ogni 4 anni avvalendosi
1020 di *personale qualificato* nell'ambito del servizio di prevenzione e protezione in possesso
1021 di specifiche conoscenze in materia. I dati ottenuti dalla valutazione possono essere
1022 registrati in una *Relazione Tecnica* (Cfr.§ 13.2.1) che costituisce parte integrante del
1023 documento di valutazione del rischio. La valutazione dei rischi è aggiornata ogni qual
1024 volta si verificano mutamenti che potrebbero renderla obsoleta, ovvero quando i risultati
1025 della sorveglianza sanitaria rendano necessaria la sua revisione (ad esempio nei casi in
1026 cui il lavoratore riferisca la comparsa di sintomi ascrivibili all'esposizione ai campi
1027 elettromagnetici).

*Periodicità della
valutazione del
rischio
TUS, art. 181 c.2*

1028 Con riferimento alla qualifica del personale a cui affidare la valutazione del rischio CEM,
1029 al momento non vi sono requisiti legislativi che la definiscano. Un'indicazione utile è
1030 fornita nella FAQ D.1 delle *Indicazioni operative redatte dal Coordinamento Tecnico per*
1031 *la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome* che si riporta
1032 nel riquadro sottostante.

*Personale
qualificato per la
valutazione del
rischio CEM*

La dicitura "personale qualificato" definisce correntemente un operatore che abbia sostenuto un corso di qualificazione conclusosi con una valutazione positiva e documentabile dell'apprendimento. In assenza di qualsiasi riferimento su durata e contenuti del corso e sui soggetti autorizzati alla valutazione ed all'espressione della certificazione finale, si suggerisce di giudicare il "personale qualificato" essenzialmente sulla base del curriculum: è opportuno a tal fine richiedere di documentare un curriculum specifico nel settore, comprovante la partecipazione ad almeno un corso teorico-pratico sulla materia e/o l'aver svolto una tesi di laurea o un master o un PHD attinente la valutazione del rischio CEM, ovvero l'aver effettuato valutazioni del rischio CEM per conto di aziende/enti o istituti nel rispetto delle norme di buona tecnica e di buona prassi.

Nei casi in cui, ai fini della valutazione del rischio siano richieste competenze di misura e di calcolo dei CEM, è da tenere presente che la valutazione dell'esposizione a CEM mediante misurazione o calcolo è solitamente complessa e richiede competenze specialistiche.

Se è necessario effettuare una valutazione con misurazioni o calcolo, i datori di lavoro devono accertarsi che i fornitori di servizi dispongano delle competenze, dell'esperienza e degli strumenti adeguati per effettuare la valutazione. Qualora siano richieste misurazioni specifiche di CEM, il personale incaricato delle misurazioni dovrà utilizzare apparecchiature e metodologie appropriate (FAQ B.1), e dovrà produrre una relazione tecnica conforme a quanto indicato dalle norme di buona tecnica applicabili.

Indicazioni sui requisiti di questa figura professionale che potrebbero orientare la scelta del datore di lavoro sono contenute nel documento "Requisiti di conoscenza, abilità e competenza del personale qualificato per la valutazione dei rischi da esposizione a campi elettromagnetici (0Hz-300 GHz) nei luoghi di lavoro redatto a cura della CIIP (2018) (Consulta Interassociativa Italiana per la Prevenzione) e disponibile sul sito web della Consulta medesima. www.ciip-consulta.it.

*Elementi per la
valutazione del
rischio CEM
TUS, art.209*

1033 Oltre a quanto riportato nelle disposizioni generali del TUS per l'effettuazione della
1034 valutazione del rischio (TUS, artt. 28, 29, 181), il DL, nello specifico delle sorgenti CEM
1035 individuate, deve considerare in particolare:

- 1036 a) il livello, lo spettro di frequenza, la durata e il tipo dell'esposizione, inclusa la
1037 distribuzione sul corpo del lavoratore e sul volume del luogo di lavoro;
- 1038 b) il tipo di esposizione, se di carattere professionale/non professionale, ed i pertinenti
1039 VLE e VA con cui confrontarsi;
- 1040 c) gli effetti biofisici diretti;
- 1041 d) tutti gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al
1042 rischio; eventuali effetti sulla salute e la sicurezza di lavoratori esposti a rischio
1043 particolari, con particolare riferimento a soggetti portatori di dispositivi medici
1044 impiantati, attivi o passivi e di dispositivi medici portati sul corpo, alle lavoratrici in
1045 stato di gravidanza e i minori (Cfr. Parte 19, allegato A);
- 1046 e) qualsiasi effetto indiretto quale:
- 1047 • interferenza con attrezzature e dispositivi medici elettronici compresi stimolatori
1048 cardiaci e altri impianti o dispositivi medici portati sul corpo;
 - 1049 • rischio di attrazione e propulsivo per oggetti ferromagnetici nel campo periferico
1050 di sorgenti di campi magnetici statici di elevata intensità (> 100 mT);
 - 1051 • innesco di dispositivi elettro-esplosivi (detonatori);
 - 1052 • incendi ed esplosioni dovuti all'accensione di materiali infiammabili a causa di
1053 scintille prodotte da campi indotti, correnti di contatto o scariche elettriche,
1054 cosiddette microscariche (Cfr. Parte 19, Allegato D);
- 1055 f) l'esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre i livelli di
1056 esposizione ai campi elettromagnetici;
- 1057 g) la disponibilità di azioni di risanamento volte a minimizzare i livelli di esposizione ai
1058 campi elettromagnetici;
- 1059 h) le informazioni adeguate raccolte nel corso della sorveglianza sanitaria;
- 1060 i) le informazioni fornite dal fabbricante delle attrezzature;

- 1061 j) le altre informazioni pertinenti relative a salute e sicurezza;
- 1062 k) il controllo dei movimenti all'interno di un campo magnetico statico di elevata intensità
1063 (Cfr. Parte 19, Allegato B);
- 1064 l) le esposizioni localizzate (Cfr. Cap.9);
- 1065 m) le sorgenti multiple di esposizione (Cfr. Parte 19, Allegato C);
- 1066 n) l'esposizione simultanea a campi di frequenze diverse (Cfr. Parte 19, Allegato C).
- 1067 Il DL, nella valutazione del rischio CEM, dovrà tener conto di tutte le sorgenti: sia quelle
1068 che ricadono sotto la propria gestione, sia quelle che ricadono sotto la gestione di altri
1069 DL, evitando, sempre e comunque, di far incorrere i propri lavoratori in esposizioni
1070 indebite (Cfr. § 6.2). *Responsabilità sulle sorgenti ed esposizioni indebite*
- 1071 A seguito del censimento delle sorgenti di CEM e della valutazione dei rischi, il DL
1072 effettuerà la zonizzazione dell'ambiente di lavoro (Cfr. Cap. 16.1). L'estensione della
1073 zona sarà decisa dal DL in base a valutazioni di opportunità: ad esempio, se una sorgente
1074 è confinata in una stanza, il DL potrà decidere di estendere la zona a tutto l'ambiente
1075 della stanza stessa, anche se il superamento dei limiti è circoscritto ad una piccola
1076 porzione dello stesso ambiente prossima alla sorgente, e apporre la pertinente
1077 segnaletica (Cfr. § 16.2) sulla porta di ingresso. *Zonizzazione*
- 1078 Si ribadisce che il DL adotta le misure elaborate alle esigenze dei lavoratori appartenenti
1079 a gruppi particolarmente sensibili al rischio e, se del caso, effettua valutazioni individuali
1080 dei rischi nei confronti dei lavoratori che, anche a seguito della specifica formazione,
1081 hanno informato il MC di eventuali condizioni che determinano particolare sensibilità al
1082 rischio CEM (Cfr. Cap.7), tra cui le lavoratrici in stato di gravidanza.
- 1083 Nel caso in cui, nonostante tutte le misure di prevenzione e protezione elaborate ed
1084 adottate, siano superati i VLE_{sens} e i VLE_{san} e non sia stata richiesta e/o autorizzata la
1085 deroga, ovvero nel caso in cui siano stati superati i VLE_{sens} e non sia possibile soddisfare
1086 le condizioni statuite per il loro superamento (Cfr. § 11.1.2), il DL adotta misure
1087 immediate per riportare le esposizioni al di sotto dei pertinenti VLE. Inoltre, il DL è tenuto
1088 ad individuare e registrare le cause occorse e provvede all'aggiornamento della
1089 valutazione del rischio e delle misure di prevenzione e protezione al fine di evitare un
1090 nuovo superamento, revisionando il Documento di Valutazione dei Rischi CEM.
- 1091 L'eventuale aggiornamento della valutazione dei rischi deve essere considerato anche
1092 nel caso in cui il lavoratore riferisca la comparsa di sintomi transitori quali percezioni ed
1093 effetti sensoriali, tra cui i disturbi sull'organo dell'equilibrio (ad es. vertigini e nausea)
1094 indotti dal movimento del soggetto esposto all'interno di un campo magnetico statico, gli
1095 effetti sul SNC nella testa (ad es. fosfeni) per le esposizioni a campi magnetici a
1096 frequenze comprese tra 1 Hz e 400 Hz, e gli effetti uditivi provocati da esposizioni della
1097 testa a campi elettromagnetici pulsati a frequenze comprese tra 300 MHz e 6 GHz.
- 1098 Nel caso in cui siano superati i VA, se il DL dimostra che non sono superati i pertinenti
1099 VLE e che possono essere esclusi rischi per la sicurezza, non è tenuto ad effettuare
1100 alcuna comunicazione all'Organo di vigilanza territorialmente competente di detti
1101 superamenti. Viceversa, il DL dovrà provvedere alla comunicazione nei modi descritti nel
1102 Cap.14. *Comunicazione all'Organo di Vigilanza TUS, art. 208, comma 6*
- 1103 In presenza di specifiche circostanze documentate e soltanto per il periodo in cui
1104 rimangono tali, il DL può richiedere deroghe al rispetto dei VLE. Le condizioni e le
1105 modalità per la richiesta della deroga sono illustrate al par. 11.2. *Deroghe TUS, art.212*
- 1106 Oltre a quanto stabilito dalle disposizioni generali del TUS per l'informazione e la
1107 formazione per lavoratori (TUS, artt.36, 37, 184), il DL garantisce che i lavoratori che
1108 potrebbero essere esposti ai rischi derivanti dalle esposizioni ai CEM sul luogo di lavoro
1109 ed i loro rappresentanti (RLS) ricevano le informazioni e la formazione necessarie (TUS,
1110 art. 210-bis) in relazione al risultato della valutazione dei rischi (Cfr. Cap.17). *Informazione e formazione TUS, art.210 bis*

1111 Il DL ha, inoltre, l'obbligo di inviare i lavoratori sottoposti alla sorveglianza sanitaria alla
1112 visita medica entro le scadenze previste dal programma di sorveglianza sanitaria. I
1113 lavoratori esposti al rischio CEM per motivi di carattere professionale (Cfr. Cap. 6) e i
1114 lavoratori particolarmente sensibili al rischio (Cfr. Cap. 7) dovranno essere sottoposti a
1115 sorveglianza sanitaria, di norma annualmente o con periodicità inferiore decisa dal MC.

*Sorveglianza
sanitaria
TUS, art.211*

1116 La sorveglianza andrà garantita al lavoratore anche nei casi in cui lo stesso segnali effetti
1117 indesiderati o inattesi sulla salute, ivi compresi effetti sensoriali, nonché nel caso in cui
1118 sia stata rilevata un'esposizione superiore ai VLE (Cfr. Cap. 8).

1119

1120 13 Processo di valutazione del rischio CEM

1121 La valutazione del rischio CEM viene effettuata secondo i criteri stabiliti dal DL (art. 28,
1122 c.2, lett.a) in collaborazione con l'RSPP e il MC, previa consultazione del RLS. Nella
1123 maggior parte delle situazioni, ai fini della valutazione può essere sufficiente il ricorso
1124 alle informazioni disponibili dalla letteratura e dalle banche dati scientificamente
1125 riconosciute, tenendo conto delle pertinenti norme tecniche e delle specifiche buone
1126 prassi, nonché delle informazioni sull'uso e delle indicazioni per la sicurezza rilasciate
1127 dai fabbricanti o dai distributori delle attrezzature, ovvero dei livelli di emissione indicati
1128 in conformità alla legislazione europea, ove applicabili alle condizioni di esposizione sul
1129 luogo di lavoro e sul luogo di installazione.

1130 Qualora non sia possibile stabilire con certezza il rispetto dei VLE sulla base di
1131 informazioni facilmente accessibili, per la valutazione dell'esposizione si dovrà ricorrere
1132 a misurazioni o calcoli, da effettuarsi tenendo conto delle relative incertezze secondo la
1133 buona prassi metrologica e le indicazioni delle pertinenti norme tecniche.

1134 La valutazione, la misurazione e il calcolo non devono necessariamente essere effettuati
1135 in luoghi di lavoro accessibili al pubblico, ove si sia già proceduto ad una valutazione
1136 conformemente alle disposizioni relative alla limitazione dell'esposizione della
1137 popolazione ai CEM, purché risultino rispettate le restrizioni per la popolazione fissate
1138 dalla legislazione vigente e siano esclusi rischi relativi alla sicurezza (Cfr. § 8.2).

1139 La valutazione, la misurazione e il calcolo non devono necessariamente essere effettuati
1140 ove siano utilizzate dai lavoratori, conformemente alla loro destinazione d'uso,
1141 esclusivamente attrezzature destinate al pubblico e conformi alle pertinenti norme di
1142 prodotto dell'Unione europea.

1143 13.1 Fonti per la valutazione del rischio

1144 Da un punto di vista gerarchico, ai fini della valutazione del rischio bisognerà anzitutto
1145 fare riferimento al dettato legislativo. Per tutte le tipologie di esposizione si applicheranno
1146 le disposizioni generali statuite nel TUS, inoltre:

Legislazione italiana

- TUS
- LQ 36/2001
- DPCM AF
- DPCM BF

1147 • alle esposizioni di carattere professionale si applicheranno le disposizioni specifiche
1148 ed i limiti stabiliti nell'Allegato XXXVI Parte II e III del TUS (Cfr. § 8.1)

1149 • alle esposizioni di carattere non professionale si applicheranno i limiti per la
1150 popolazione fissati dalla legislazione nazionale vigente (Cfr. § 8.2).

1151 Ai fini della valutazione, il DL si può avvalere delle informazioni e delle indicazioni fornite
1152 dalla letteratura e dalle banche dati scientificamente riconosciute, nonché dalle pertinenti
1153 norme tecniche e specifiche buone prassi, di seguito riportate:

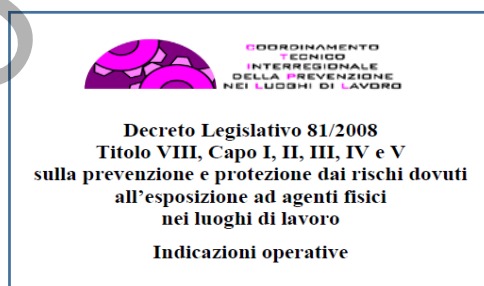
1154 • le guide pratiche redatte in ambito della Commissione Europea, tra cui la *Guida non*
1155 *vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai CEM (Guida*
1156 *non vincolante)*; la guida, sviluppata per aiutare i datori di lavoro ad ottemperare agli obblighi
1157 previsti dalla direttiva 2013/35/UE, è realizzata in maniera modulare per essere utilizzata a
1158 fascicoli secondo le necessità ed è costituita da tre volumi riportati nella figura seguente:

Guida europea

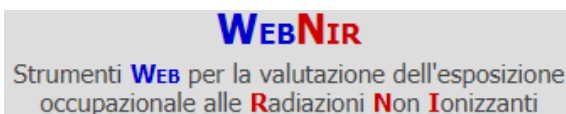


Guida non vincolante di buona prassi (Non binding guide)

- le pertinenti norme tecniche europee di cui, ad esempio, si segnalano:
 - o CEI EN 50499 - Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai CEM
 - o EN 50413 - Norma di base sulle procedure di misura e di calcolo per l'esposizione umana ai CEM (0 Hz-300 GHz)
 - o EN 50527-1 – Procedura per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici dei lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi- Parte 1: Generalità
 - o EN 50527-2-1 – Procedura per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici dei lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi – Parte 1: valutazione specifica per lavoratori con stimolatore cardiaco (pacemaker)
 - o EN 50527-2-2 - Procedura per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici dei lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi – Parte 2: valutazione specifica per lavoratori con defibrillatore cardiaco impiantato (ICDs)
 - o EN 50527-2-3 - Procedure for the assessment of the exposure to electromagnetic fields of workers bearing active implantable medical devices - Part 2-3: Specific assessment for workers with implantable neurostimulators, in fase di pubblicazione
- le pertinenti norme tecniche del Comitato elettrotecnico italiano (CEI) tra cui, ad esempio:
 - o CEI 221-6 – Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana
 - o CEI 211-7 - Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana
- le specifiche indicazioni operative emanate dal Coordinamento Tecnico Interregionale della Prevenzione nei Luoghi di Lavoro



- 1190 • le informazioni reperibili presso banche dati dell'INAIL o delle regioni, come ad
1191 esempio nel Portale Agenti Fisici (PAF) e nel portale WebNIR – Campi
1192 elettromagnetici.



1193

- 1194 • le informazioni sull'uso e sulla sicurezza rilasciate dai fabbricanti o dai distributori
1195 delle attrezzature, ai sensi del D. Lgs. 17/2010 che recepisce la Direttiva 2006/46/CE,
1196 cosiddetta Direttiva Macchine, ovvero dei livelli di emissione indicati in conformità
1197 alla legislazione europea, ove applicabili alle condizioni di esposizione sul luogo di
1198 lavoro o sul luogo di installazione.



1199 Si consideri, ad esempio, la famiglia di Norma UNI EN 12198, Parte 1, 2 e 3 sulla
1200 *Sicurezza del macchinario-Valutazione e riduzione dei rischi generati dalle radiazioni*
1201 *emesse dal macchinario*, che individua tre categorie di classificazione delle
1202 macchine in funzione dei livelli di emissione di CEM, in relazione alle quali sono
1203 indicate le restrizioni e le protezioni necessarie, nonché le informazioni e
1204 formazione necessarie (Tab. 13).

1205

1206

Tabella 13 – (tratta dalla norma UNI EN 12198)
Classificazione delle macchine in funzione dei livelli di emissione CEM

Categoria	Restrizione e protezione	Informazione
0	Nessuna restrizione	Nessuna informazione necessaria
1	Possono essere necessarie la limitazione dell'accesso e misure di protezione	Su pericoli, rischi ed effetti secondari
2	Restrizioni speciali e misure di protezione sono essenziali	Anche la formazione può essere necessaria

1207 13.2 Processo di valutazione del rischio

1208 Il processo di valutazione del rischio di esposizione ai CEM è effettuato per fasi, partendo
1209 dall'identificazione delle sorgenti, **censimento delle sorgenti**.

Censimento delle sorgenti

1210 La valutazione non deve essere effettuata nei luoghi aperti al pubblico, ove si sia già
1211 proceduto con una valutazione conformemente alle disposizioni relative alla limitazione
1212 dell'esposizione della popolazione ai CEM, purché risultino rispettate le restrizioni per la
1213 popolazione, fissate dalla legislazione nazionale vigente (Cfr.§8.2) e siano esclusi rischi
1214 relativi alla sicurezza. Inoltre, la valutazione non deve essere effettuata nei luoghi di
1215 lavoro ove siano utilizzate dai lavoratori esclusivamente attrezzature destinate al
1216 pubblico, rispondenti alle pertinenti norme di prodotto dell'Unione europea,
1217 conformemente alla loro destinazione d'uso.

1218 Una volta individuate le sorgenti, il DL dovrà acquisire e riportare sul DVR tutti i dati
1219 caratterizzanti le emissioni e le modalità di utilizzo, anche attraverso la consultazione dei
1220 manuali di uso e manutenzione dei dispositivi/attrezzature/impianti oggetto dell'indagine
1221 forniti dal fabbricante/distributore. Si sottolinea l'importanza di subordinare l'acquisto del
1222 dispositivo/attrezzatura/impianto alla fornitura dei relativi manuali che devono riportare,
1223 per legge, le informazioni necessarie alla corretta installazione, al corretto utilizzo e alla
1224 corretta manutenzione degli stessi.

Acquisizione caratteristiche emissive

1225 Ai fini della valutazione, pertanto, il DL si potrà avvalere anzitutto delle informazioni
1226 fornite dal fabbricante/distributore e contenute nel libretto di installazione, uso e
1227 manutenzione, obbligatori in virtù del D.Lgs. 17/2010 [10]. Le informazioni fornite dal
1228 fabbricante/distributore contengono, inoltre, indicazioni sulle condizioni di utilizzo degli
1229 apparecchi/macchine al fine di limitare l'esposizione ai CEM durante l'impiego degli
1230 stessi.

1231 In combinazione, il DL si può avvalere anche di dati già disponibili in letteratura
1232 (pubblicazioni, banche dati, guide pratiche, ecc.) e, se necessario, potrà ricorrere alla
1233 misurazione e/o al calcolo dei livelli di esposizione ai campi elettromagnetici.

1234 Gli apparati dovranno essere installati, utilizzati e mantenuti conformemente a quanto
1235 indicato dal fabbricante/distributore nel manuale di uso e manutenzione.

1236 In base al risultato del censimento delle sorgenti, in conformità alla norma CEI EN 50499
1237 [25], si può ricadere in uno dei due seguenti casi:

1238 – sorgenti così dette *giustificabili*, ovvero *conformi a priori* (Tab. 1 della norma
1239 CEI EN 50499) ai livelli di riferimento per l'esposizione della popolazione di cui alla
1240 Raccomandazione 1999/519/CE [18]. Per queste sorgenti non sono necessarie
1241 ulteriori valutazioni o approfondimenti indipendentemente dal numero di apparati
1242 elettrici presenti nel posto di lavoro (salvo valutazione specifica per i lavoratori
1243 particolarmente sensibili al rischio) purché siano installate, utilizzate e mantenute
1244 conformemente a quanto indicato dal produttore/fornitore nel libretto di uso e
1245 manutenzione.

Sorgenti giustificabili

1246 – le sorgenti così dette *non conformi a priori* (Tab. 2 della norma CEI EN 50499), per
1247 cui l'esposizione può superare i livelli di riferimento per l'esposizione della
1248 popolazione di cui alla Raccomandazione 1999/519/CE [18]. Tali sorgenti
1249 necessitano di ulteriore valutazione.

*Sorgenti non
conformi a priori*

1250 Per le *sorgenti giustificabili* (Tab. 1 della norma CEI EN 50499), la valutazione del rischio
1251 si conclude, fatto salvo (Cfr. § 8.2):

1252 • l'obbligo di verifica delle ulteriori restrizioni statuite dalla legislazione nazionale
1253 vigente (DPCM 8/7/2003 AF e BF) [4] [5].

1254 • l'obbligo di condurre una valutazione specifica per i lavoratori particolarmente
1255 sensibili a rischio (Cfr. Cap. 7). Per gli apparati/condizioni espositive conformi a priori
1256 ai livelli di riferimento per la popolazione della Raccomandazione 1999/519/CE, la
1257 norma tecnica CEI EN 50527-1 [26] stabilisce, in caso di lavoratori portatori di DMIA
1258 (ad es. pacemaker e defibrillatori), una distanza di separazione tra la sorgente CEM
1259 e il DMIA di 15 cm al fine di prevenire possibili interferenze sul funzionamento del
1260 DMIA stesso. Qualora ciò non sia possibile, si dovrà condurre una valutazione
1261 specifica secondo la procedura descritta nell'allegato A della norma CEI EN 50527-1.

1262 Per le sorgenti non conformi a priori, per le quali è necessario un ulteriore
1263 approfondimento (Tab. 2 della norma CEI EN 50499), si procede con una valutazione
1264 specifica dell'esposizione attraverso calcoli o misure che permettano innanzitutto di
1265 determinare i perimetri delle aree di rispetto dei pertinenti limiti (Zonizzazione,
1266 Cfr. Cap.16).

1267 Per le **esposizioni di carattere professionale**, la conformità ai limiti potrà essere
1268 assicurata confrontandosi direttamente con i VLE, mediante valutazioni dosimetriche,
1269 attraverso calcoli o misurazioni, oppure verificando, attraverso calcoli o misurazioni
1270 ambientali, la conformità ai pertinenti VA tenendo conto di quanto illustrato nei Cap. 8 e
1271 11.

1272 Per le **esposizioni di carattere non professionale**, la conformità dovrà essere verificata
1273 confrontandosi con le restrizioni per l'esposizione della popolazione fissati dalla
1274 legislazione nazionale vigente (Cfr. § 8.2). Essa recepisce l'insieme delle restrizioni della
1275 Raccomandazione 1999/519/CE, fatta eccezione per le categorie di sorgenti riconducibili
1276 agli elettrodotti operanti alla frequenza di rete (50 Hz) [5[5] e ai sistemi fissi delle
1277 telecomunicazioni e radiotelevisivi (100 kHz – 300 GHz) [4] per le quali sono fissati
1278 specifici limiti di esposizione e ulteriori restrizioni (valori di attenzione e obiettivi di
1279 qualità) in relazione alle caratteristiche del luogo e al tempo di permanenza.

1280 Pertanto, per le esposizioni di carattere non professionale alle sorgenti non riconducibili
1281 agli elettrodotti e ai sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi, la conformità
1282 ai limiti potrà essere assicurata confrontandosi direttamente con i LB della
1283 Raccomandazione 1999/519/CE, attraverso valutazioni dosimetriche, oppure
1284 verificando, attraverso calcoli o misurazioni ambientali, la conformità ai pertinenti LR
1285 della medesima Raccomandazione. Invece, per le sorgenti riconducibili agli elettrodotti
1286 e ai sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi, la conformità dovrà essere
1287 verificata, attraverso calcoli o misurazioni ambientali, rispetto ai pertinenti limiti di
1288 esposizione e alle ulteriori restrizioni (valori di attenzione e obiettivi di qualità) in
1289 relazione alle caratteristiche del luogo e al tempo di permanenza.

1290 Nel caso di **esposizioni simultanee** a frequenze multiple o sorgenti multiple, bisognerà
1291 tener conto dell'effetto combinato dei diversi contributi. Un effetto combinato si verifica
1292 quando c'è contemporaneità di esposizione a più componenti che agiscono sui tessuti
1293 biologici mediante il medesimo meccanismo di interazione: effetti di elettrostimolazione
1294 (dominanti sotto i 100 kHz, possibili fino a 10 MHz) o effetti di assorbimento di energia
1295 con rialzo termico (dominanti sopra i 10 MHz, possibili a partire da 100 kHz). In questi
1296 casi la valutazione dell'esposizione è da compiersi mediante una somma pesata sui
1297 pertinenti valori limite riscontrati per ogni componente in frequenza (Cfr. Parte 19,
1298 Allegato C).

*Esposizioni
simultanee a
frequenze o
sorgenti multiple*

1299 Nel caso di **campi non sinusoidali**, la valutazione dell'esposizione va effettuata di
1300 norma applicando il metodo del picco ponderato (Cfr. Parte 19, Allegato C, § 3.1.1-B). Il
1301 metodo del picco ponderato tiene conto sia dell'ampiezza che delle fasi delle componenti
1302 spettrali che formano il segnale. La forma d'onda del segnale misurato è ponderata da
1303 VA dipendenti dalla frequenza; l'ampiezza di picco della forma d'onda ponderata fornisce
1304 l'indice di esposizione. Al fine di garantire la conformità ai limiti, il valore dell'indice deve
1305 essere inferiore a 1, ovvero inferiore a 100 se espresso in valore percentuale.

*Campi non
sinusoidali*

1306 In base alla valutazione del rischio, nel documento di valutazione dei rischi, il DL indica
1307 le disposizioni e le misure adottate miranti ad eliminare o ridurre i rischi. In tal senso il
1308 DL elabora ed applica un programma d'azione che comprenda misure tecniche e
1309 organizzative intese a prevenire esposizioni superiori VLE_{sens} e ai VLE_{san} (Cfr. Cap.12).

1310 Nei confronti dei **lavoratori particolarmente sensibili al rischio**, il DL dovrà sempre
1311 eseguire una **valutazione specifica** in collaborazione con il MC (Cfr. Cap. 7).

1312 Le metodologie di misura esulano dalla presente Guida. Si consiglia di riferirsi alle Norme
1313 CEI, in particolare alle CEI 211-6 e CEI 211-7, e alle pertinenti norme CENELEC
1314 armonizzate.

1315 Nel caso in cui siano superati i VA_{inf} per il campo elettrico (E) e, quindi, possano
1316 verificarsi scariche elettriche, oltre l'informazione e la formazione, il DL dovrà prevedere
1317 l'uso di strumenti tecnici e la protezione individuale, da realizzarsi anche mediante la
1318 messa a terra degli oggetti di lavoro, il collegamento elettrico con gli oggetti di lavoro,
1319 nonché, se del caso, con l'impiego di scarpe e guanti isolanti e di indumenti protettivi.

*Dispositivi di
protezione collettiva
e individuale*

1320 Nel caso in cui siano superati i VLE_{sens} per l'induzione magnetica esterna (B_0) per le
1321 frequenze comprese tra 0 e 1 Hz, il DL dovrà adottare misure di protezione specifiche,
1322 quali il controllo dei movimenti (Cfr. Parte 19, Allegato B).

1323 Qualora i VLE_{sens} e i VLE_{san} siano superati, il DL adotta misure tecnico-organizzative
1324 immediate di prevenzione e protezione per riportare l'esposizione al di sotto dei VLE. Le
1325 **cause del superamento dei VLE_{sens} e VLE_{san}** devono essere **individuare e registrate**
1326 **dal DL** e, di conseguenza, egli dovrà modificare o adottare le misure di prevenzione e
1327 protezione per evitare un nuovo superamento.

1328 Il DL dovrà mettere in campo le misure tecniche miranti a prevenire non solo gli effetti
1329 diretti ma anche gli eventuali effetti indiretti provocati dalla presenza di un oggetto in un
1330 campo elettromagnetico che potrebbero essere causa di un pericolo per la salute e la
1331 sicurezza, quali:

*Misure tecniche:
effetti indiretti*

- 1332 o rischio di attrazione e propulsivo di oggetti ferromagnetici all'interno di campi
1333 magnetici statici;
- 1334 o innesco di dispositivi elettro-esplosivi (detonatori);
- 1335 o incendi ed esplosioni dovuti all'accensione di materiali infiammabili a causa di
1336 scintille prodotte da campi indotti, correnti di contatto o scariche elettriche;
- 1337 o correnti di contatto.

1338 In seguito alla valutazione dei livelli di esposizione, tra le **misure organizzative**
1339 finalizzate al contenimento dell'esposizione entro i pertinenti limiti, il DL prevede
1340 nell'ambiente lavorativo una **zonizzazione**, cioè una suddivisione dell'ambiente di lavoro
1341 in zone specifiche (Cfr. § 16.1)

Misure organizzative
• zonizzazione
• segnaletica

1342 Nei luoghi di lavoro in cui i lavoratori possono essere esposti ai livelli di CEM che
1343 superano le restrizioni per l'esposizione della popolazione fissate dalla legislazione
1344 vigente (Cfr. § 8.2) e, il per il campo magnetico statico, il VA per l'induzione magnetica
1345 relativo al rischio di interferenza con il DMIA (Cfr. § 8.1.1, Tab.4) va apposta l'apposita
1346 segnaletica (Cfr. § 16.2). Le aree in questione sono, inoltre, delimitate e l'accesso alle
1347 stesse è limitato in maniera opportuna a tutela specifica di eventuali lavoratori
1348 particolarmente sensibili al rischio CEM (Cfr. Cap.7).

1349 Il DL dovrà garantire, inoltre, l'adeguata informazione e formazione dei lavoratori e dei
1350 loro rappresentanti (RLS) e, con riferimento al rischio specifico derivante
1351 dall'esposizione ai CEM, si chiede che questi ricevano le informazioni e la formazione
1352 necessarie in relazione al risultato della valutazione dei rischi, con in particolare
1353 riguardo:

*Informazione e
formazione*

- 1354 • agli eventuali effetti indiretti dell'esposizione;
- 1355 • alla possibilità di sensazioni e sintomi transitori dovuti a effetti sul sistema nervoso
1356 centrale o periferico
- 1357 • alla possibilità di rischi specifici nei confronti di lavoratori appartenenti a gruppi
1358 particolarmente sensibili al rischio, quali i soggetti portatori di dispositivi medici o di
1359 protesi metalliche, le lavoratrici in stato di gravidanza e i minori.

1360 In base alle risultanze della valutazione, potrà essere richiesto al DL di dare
1361 **comunicazione all'Organo di vigilanza territorialmente competente** (Cfr. Cap. 14).

*Comunicazio
ne all'OdV*

1362 In presenza di specifiche circostanze – debitamente motivate, documentate e soltanto
1363 per il periodo in cui rimangono tali – in cui non sia possibile rispettare i VLE_{sens} o i VLE_{san} ,
1364 il DL deve richiedere una deroga secondo le modalità descritte nel § 11.2.

*Istituto della
deroga*

1365 La valutazione del rischio dovrà essere aggiornata con una periodicità almeno
1366 quadriennale e ogni qual volta si verificano mutamenti che potrebbero renderla obsoleta:
1367 ad esempio, in caso di modifiche di installazioni o di condizioni di funzionamento, in caso
1368 sia accertata la presenza di sorgenti di emissione esterne, quando i risultati della
1369 sorveglianza sanitaria rendano necessaria la sua revisione o qualora fosse modificata la
1370 normativa vigente. I dati ottenuti dalla valutazione, misurazione e calcolo dei livelli di
1371 esposizione costituiscono parte integrante del documento di valutazione del rischio.

*Periodicità della
valutazione*

13.2.1 Contenuti della Relazione Tecnica di supporto al documento di valutazione del rischio CEM

La relazione tecnica a supporto della valutazione del rischio di esposizione dei lavoratori al rischio di esposizione CEM dovrebbe contenere almeno i seguenti punti:

- finalità della valutazione, indicando le condizioni espositive/sorgenti che rientrano nell'incarico professionale;
- censimento delle sorgenti CEM: elenco con i dati caratteristici fisici utili alla valutazione (fornitori, letteratura), la modalità di funzionamento;
- gruppo omogeneo dei lavoratori che sono potenzialmente esposti;
- riferimenti normativi applicabili;
- strumenti e metodologie di valutazione e di misura;
- descrizione della strumentazione da campo utilizzata per le misure;
- descrizione dell'ambiente di lavoro, planimetria con localizzazione delle sorgenti e delle attività lavorative;
- individuazione delle sorgenti giustificabili;
- valutazione approfondita delle sorgenti non giustificabili attraverso misure e/o calcoli, se necessario;
- protocollo sanitario adottato nel caso siano state effettuate misure;
- per ogni sorgente/esposizione una tabella riassuntiva in cui si riportino il punto di misura, la grandezza valutata, l'esposizione stimata o misurata, le eventuali prescrizioni;
- zonizzazione dell'area da segnalare sia nell'ambiente di lavoro che nella relazione, apponendo i confini sulla planimetria dell'ambiente di lavoro;
- conclusioni;
- certificati di taratura degli strumenti di misura utilizzati, allegati alla relazione tecnica.

1398 14 Comunicazione del superamento dei limiti

1399 Ai fini della conformità delle esposizioni professionali dei lavoratori ai CEM, si considera
1400 che i VLE siano rispettati e che siano esclusi rischi per la salute e la sicurezza qualora il
1401 DL dimostri che i pertinenti VA non sono superati. *Art. 208, c.3-TUS*

1402 Nelle condizioni per cui la legislazione consente il superamento dei VA_{inf} (TUS, art.208,
1403 c.4) e dei VLE_{sens} (TUS, art. 208 c.5) (Cfr. Cap. 11), il DL deve adottare le specifiche
1404 misure di prevenzione e protezione affinché non siano superati VLE_{san} e siano esclusi
1405 rischi per la sicurezza, e deve comunicare all'organo di vigilanza (OdV) territorialmente
1406 competente (TUS, art. 208 c.6) il superamento dei valori. L'OdV si identifica con le
1407 Aziende Sanitarie del Servizio Sanitario Nazionale. Le condizioni per il superamento,
1408 previsto e programmato, dei limiti relativi agli effetti sensoriali sono descritte nel § 11.1. *Art. 208, c.6-TUS
Superamento
previsto e
programmato*

1409 Il DL deve comunicare le situazioni di noto e sistematico potenziale superamento dei
1410 VA_{inf} e dei VLE_{sens}, ove giustificati dalla pratica o dal processo produttivo, e non il loro
1411 superamento occasionale dovuto a circostanze non prevedibili. In quest'ultimo caso il DL
1412 dovrà procedere ad aggiornare la valutazione del rischio inserendo le misure di
1413 prevenzione affinché tali situazioni non si ripetano (Cfr. Cap.12 e 13).

1414 La comunicazione dovrà essere inviata a conclusione della valutazione del rischio agli
1415 uffici dell'OdV territorialmente competente per la sede dell'impianto nei quali, sulla base
1416 della valutazione del rischio, si prevede tale superamento. Lo stesso superamento dovrà
1417 essere documentato all'interno del Documento di Valutazione del Rischio CEM.

1418 La comunicazione all'OdV dovrà avvenire mediante una **relazione tecnico-**
1419 **protezionistica** contenente almeno i seguenti elementi: *Modalità di
comunicazione*

1420 a) le motivazioni per cui **ai fini della pratica o del processo produttivo è necessario**
1421 il superamento temporaneo dei VA_{inf} o dei VLE_{sens};

1422 b) il livello di esposizione dei lavoratori e l'entità del superamento;

1423 c) il numero di lavoratori interessati sulla base della mansione assegnata (se non
1424 disponibile un numero esatto, dovrà essere fornita una stima);

1425 d) le tecniche di valutazione utilizzate;

1426 e) le specifiche misure di protezione adottate;

1427 f) le azioni adottate in caso di sintomi transitori;

1428 g) le informazioni fornite ai lavoratori e agli RLS sulle situazioni di rischio.

1429 La relazione deve dimostrare e documentare la conformità ai VLE_{san} e può essere
1430 condotta anche attraverso la verifica di conformità ai pertinenti VA_{sup}.

1431

15 Misure tecniche e organizzative finalizzate alla mitigazione del rischio CEM

L'esigenza di ridurre l'intensità dei CEM presenti in un ambiente di lavoro ha l'obiettivo di contenere l'esposizione dei lavoratori entro livelli che assicurino la protezione dai possibili rischi per la salute e la sicurezza.

L'esposizione nell'ambiente di lavoro deriva dall'interazione tra una sorgente, che genera CEM, e il lavoratore che si trova nell'area in cui si desidera diminuire il livello di esposizione. Pertanto, le strategie di riduzione dell'esposizione agiscono su tre livelli:

- 1) riduzione dell'intensità delle emissioni o modifica delle caratteristiche di emissione della sorgente;
- 2) eventuale utilizzo di schermature che riducono l'intensità delle emissioni agendo sull'accoppiamento elettromagnetico tra sorgente e lavoratore;
- 3) protezione del lavoratore.

Tra le misure generali di tutela, l'art.15 del TUS indica la priorità della protezione collettiva rispetto alle misure di protezione individuale. In alcune situazioni, tuttavia, misure tecniche od organizzative che consentano un'adeguata protezione collettiva potrebbero non essere attuabili. In questi casi può essere necessario ricorrere a dispositivi di protezione individuale (DPI), tenendo sempre presente che il DPI non dovrà ostacolare l'espletamento delle attività lavorative o introdurre ulteriori rischi.

In relazione alla tutela specifica dal rischio CEM, l'art. 210 del TUS elenca in particolare, le seguenti misure tecniche (T) ed organizzative (O) da applicare:

- a) altri metodi di lavoro che implicano una minore esposizione ai CEM (T/O);
- b) scelta di attrezzature che emettano CEM di intensità inferiore, tenuto conto del lavoro da svolgere (T);
- c) misure tecniche per ridurre l'emissione dei CEM, incluso se necessario l'uso di dispositivi di sicurezza, schermature o di analoghi meccanismi di protezione della salute (T);
- d) appropriati programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, dei luoghi e delle postazioni di lavoro (T);
- e) progettazione e struttura dei luoghi e delle postazioni di lavoro (O);
- f) limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione (O);
- g) disponibilità di adeguati dispositivi di protezione individuale (T);
- h) misure appropriate al fine di limitare e controllare l'accesso, quali segnali, etichette, segnaletica al suolo e barriere (O);
- i) in caso di esposizione a campi elettrici, misure e procedure volte a gestire le scariche elettriche (microscariche) e le correnti di contatto mediante mezzi tecnici e mediante la formazione dei lavoratori (T).

Mentre le misure organizzative per gestire i rischi derivanti da esposizioni ai CEM possono essere valide per più settori, le misure tecniche da adottare andranno valutate in relazione alla specifica sorgente e all'ambiente di lavoro cui ci si riferisce.

In **Appendice E**, a titolo di esempio, si riportano le misure tecniche ed organizzative nel **settore delle trasmissioni** (broadcast).

16 Zonizzazione dei luoghi di lavoro e segnaletica

16.1 Zonizzazione

La zonizzazione è una procedura organizzativa che si esplica mediante l'individuazione di specifiche zone all'interno di un ambiente di lavoro, entro le quali si ricade in una ben precisa condizione espositiva. Tale operazione è finalizzata anche ad un'eventuale restrizione all'accesso ai lavoratori e visitatori, che può essere parziale (interdizione al pubblico o a specifiche categorie di lavoratori) oppure totale. Qualora non sia possibile applicare le restrizioni è inutile procedere alla zonizzazione e, a fronte del superamento dei limiti, è necessario prendere altri provvedimenti al fine di contenere l'esposizione. L'estensione della zona sarà decisa dal DL in base a valutazioni di opportunità: ad esempio, se una sorgente è confinata in una stanza, il DL potrà decidere di estendere la zona a tutto l'ambiente della stanza stessa, anche se il superamento dei limiti è circoscritto ad una piccola porzione dello stesso ambiente prossima alla sorgente, e apporre la pertinente segnaletica sulla porta di ingresso.

L'approccio generale per la zonizzazione è descritto dalla norma CEI EN 50499 e può considerarsi adattabile sia a singole sorgenti ben definite, localizzabili e caratterizzate fisicamente, sia ad ambienti in cui coesistono diverse sorgenti. Nel secondo caso, qualora non tutte le sorgenti rientrino tra quelle *giustificabili* (Cfr. § 13.2 e Tab. 1 della norma CEI EN 50499), i confini delle zone dovranno essere determinati attraverso una valutazione specifica dell'esposizione mediante calcoli o misure al fine di determinare i perimetri delle aree di rispetto dei pertinenti limiti.

L'individuazione delle zone deve essere determinata nelle condizioni di lavoro e di esercizio della strumentazione/apparecchiatura/macchina/impianto sorgente di CEM che determinano la massima condizione di esposizione, in conformità alle indicazioni del produttore/distributore contenute nel manuale di uso e manutenzione.

Tenendo conto di quanto illustrato nella norma CEI EN 50499, le zone suggerite sono le seguenti:

- **Zona 0 (accessibile al pubblico e a tutti i lavoratori).** Luogo di lavoro in cui i livelli di esposizione sono **conformi alle restrizioni per la popolazione** fissate dalla legislazione nazionale vigente (Cfr. § 8.2) ovvero in cui tutte le apparecchiature presenti nel luogo di lavoro sono conformi a priori (Tab.1, CEI EN 50499) e, per il campo magnetico statico, è rispettato il VA per l'induzione magnetica relativo al rischio di interferenza con i DMIA (pari a 0,5 mT). Per i portatori di DMIA devono essere rispettate le distanze di separazione dalle *sorgenti giustificabili* di CEM indicate dalla Tab. 1 della norma CEI EN 50527-1.
- **Zona 1a (accesso limitato ai soli lavoratori esposti per motivi di carattere professionale).** Luogo di lavoro in cui i livelli di esposizione possono essere superiori alle restrizioni per la popolazione fissate dalla legislazione nazionale vigente ma sono **conformi ai VA_{inf} o ai VLE_{sens}** , se applicabili (condizioni di lavoro non controllate);
- **Zona 1b (accesso limitato ai soli lavoratori esposti per motivi di carattere professionale).** Luogo di lavoro in cui i livelli di esposizione sono **conformi ai VA_{sup} o ai VLE_{san}** ma possono risultare superiori ai VLE_{sens} o ai VA_{inf} . Possono essere richieste misure di controllo per assicurare che il superamento dei VLE_{sens} sia solo temporaneo (condizioni di lavoro controllate). Nel caso di superamento dei VA_{inf} per il campo elettrico dovranno essere prese misure di protezione specifiche per il controllo delle microscariche. Nel caso di superamento dei VLE_{sens} dovranno essere adottate misure di protezione specifiche, quali il controllo dei movimenti;
- **Zona 2 (accesso vietato o limitato ai soli lavoratori esposti per motivi di carattere professionale).** Luogo di lavoro in cui i livelli di esposizione possono risultare **superiori ai VLE_{san}** e devono essere prese misure correttive per ridurre l'esposizione o vincolare o limitare l'accesso. Se ciò non è possibile, è obbligatorio richiedere una deroga secondo le modalità descritte nel § 11.2.

*Lavoratori
particolarmente
sensibili al rischio*

1528 Si ricorda che le restrizioni per l'esposizione della popolazione potrebbero non essere
1529 sufficientemente cautelative per i **lavoratori particolarmente a rischio**. In particolare,
1530 per i portatori dei DMIA, i problemi di interferenza o gli effetti sul funzionamento dei DMIA
1531 possono verificarsi per esposizioni ai CEM a valori inferiori ai LR della Raccomandazione
1532 1999/519/CE [18] ed esigono, quindi, precauzioni adeguate (Cfr. Parte 19, Allegato A).
1533 Di conseguenza la zona 0 potrebbe non essere sufficientemente cautelativa nei confronti
1534 dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio CEM.

1535 Il perimetro da cui inizia la **Zona 1** - ovvero dell'area di lavoro ove i livelli di esposizione
1536 possono risultare superiori alle restrizioni per la popolazione e ai VA di 0,5 mT per il
1537 campo magnetico statico relativo al rischio di interferenza con i DMIA – dovrà essere
1538 delimitato e segnalato con cartelli, conformi alle normative vigenti in materia di
1539 segnaletica di sicurezza, che indichino la presenza di CEM (Cfr. § 16.2).

1540 Il processo di zonizzazione dell'ambiente di lavoro proposto dalla norma CEI EN 50499
1541 prevede che per l'esposizione della popolazione si applichi l'insieme delle restrizioni
1542 della Raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio. Tuttavia, per alcune tipologie di
1543 sorgenti⁽⁴⁾, la legislazione nazionale ha introdotto limiti di esposizione più restrittivi dei
1544 LR della Raccomandazione ed ulteriori restrizioni (valori di attenzione e obiettivi di
1545 qualità) a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine
1546 negli ambienti adibiti a permanenze non inferiori alle 4 ore giornaliere (Cfr. §.8.2). In tal
1547 senso il DL potrà valutare un'ulteriore suddivisione della zona 0 definita dalla CEI EN
1548 50499, al fine di distinguere i luoghi idonei a permanenze prolungate (rispondenti ai valori
1549 di attenzione o agli obiettivi di qualità oltre che conformi ai limiti di esposizione) dai luoghi
1550 in cui, pur rimanendo l'esposizione contenuta entro i limiti di esposizione stabiliti per la
1551 popolazione, potrebbero non essere rispettati i valori di attenzione o gli obiettivi di
1552 qualità. Quindi, alcuni luoghi, rientranti nella Zona 0, potrebbero risultare non idonei a
1553 permanenze prolungate da parte di popolazioni/visitatori esterni e di lavoratori non
1554 esposti per motivi di carattere professionale. A tale proposito, si vedano gli esempi di
1555 zonizzazione proposti nelle schede Elettrodotti a 50 Hz (Cfr. Parte 20, S.2) e Stazione
1556 radiobase per telefonia mobile (Cfr. Parte 20, S.5).

Zonizzazione:

- *elettrodotti (50 Hz)*
- *sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi*
- *(100 kHz – 300 GHz)*

1557 **16.2 Segnaletica**

1558 Nei luoghi di lavoro in cui i livelli di esposizione ai CEM possono essere superiori alle
1559 restrizioni per la popolazione fissate dalla legislazione nazionale vigente e, per il campo
1560 magnetico statico, al VA di 0,5 mT per il rischio di interferenza con i DMIA, deve essere
1561 affissa apposita segnaletica sul CEM e l'accesso agli stessi deve essere limitato in
1562 maniera opportuna.

1563 L'utilizzo di ulteriore segnaletica può essere previsto per la protezione da rischi specifici
1564 come, ad esempio, nel caso di superamento dei VA_{inf} per il campo elettrico al fine di
1565 individuare chiaramente le zone in cui potrebbero verificarsi microscariche e può essere
1566 necessario adottare specifici DPI.

1567 La segnaletica di salute e sicurezza da utilizzare deve essere conforme ai requisiti del
1568 TUS, Titolo V, Allegati da XXIV a XXXII.

1569 Nel TUS sono riportati solo alcuni segnali ma è possibile utilizzare anche la segnaletica
1570 contenuta nella UNI EN ISO 7010.

1571 Di seguito si riporta la segnaletica, relativa ai CEM, indicata dal TUS e dalla norma UNI
1572 EN ISO 7010.

(4) Campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti e campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati da sorgenti fisse di telecomunicazioni e radiotelevisive tra 100 kHz e 300 GHz (DPCM BF e AF)

1573 Segnaletica indicata dal TUS

	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 statici che potrebbero mettere il lavoratore in condizioni di esposizione non accettabili

1574

1575 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 statici 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

17 Informazione e formazione dei lavoratori e dei rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza

Le disposizioni generali del TUS (artt.36, 37 e 184), stabiliscono che il DL debba garantire a ciascun lavoratore una formazione sufficiente ed adeguata in materia di salute e sicurezza. La durata, i contenuti minimi e le modalità della formazione sono definiti mediante Accordi in sede di Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano.

A tutti i lavoratori dovrebbe essere impartita una formazione di base che includa cenni sulla natura dei CEM, sulle modalità di esposizione e sui meccanismi di interazione con l'essere umano in relazione sia agli effetti diretti (sensoriali e sanitari) sia agli effetti indiretti, nonché sulle condizioni che inducono particolare sensibilità al rischio CEM, sulla zonizzazione e sulla segnaletica di salute e sicurezza, sui DPI e sulla sorveglianza sanitaria. Scopo di tale formazione dovrebbe essere anche quello di rendere consapevoli dei possibili rischi derivanti dall'esposizione ai CEM i lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio (Cfr. cap.7) e di renderli edotti della necessità di comunicare il loro stato al MC, di modo che questi aggiorni la valutazione d'idoneità alla mansione specifica e disponga un'eventuale sorveglianza sanitaria. Inoltre, ciò consentirà al DL di effettuare una valutazione specifica del rischio a riguardo di tali lavoratori, avvalendosi della collaborazione del MC, e di adottare le misure tecniche/organizzative per rendere il luogo di lavoro idoneo al lavoratore particolarmente sensibile al rischio.

In aggiunta a quanto previsto dalle disposizioni generali, il TUS stabilisce l'obbligo per il DL di garantire sia nei confronti dei lavoratori che svolgono attività che comportino esposizioni di carattere professionale ai CEM sia nei confronti dei loro RLS un'informazione e una formazione specifiche in relazione al risultato della valutazione dei rischi, con particolare riguardo agli eventuali effetti indiretti dell'esposizione, alla possibilità di sensazioni e sintomi transitori dovuti a effetti sul SNC o SNP e alla possibilità di rischi specifici nei confronti di lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio, quali i soggetti portatori di dispositivi medici o di protesi metalliche e le lavoratrici in stato di gravidanza [art. 210-bis].

Laddove la pratica o il processo produttivo possa determinare il superamento, a determinate condizioni, dei VA_{inf} o dei VLE_{sens} (Cfr. §. 11.1), dovranno altresì essere fornite ai lavoratori una formazione e un'informazione specifiche in relazione ai possibili effetti sensoriali.

Tra i contenuti della formazione specifica in merito alle esposizioni ai CEM rientrano ad esempio:

- approfondimento sugli effetti legati all'esposizione dei CEM
- l'illustrazione delle sorgenti di interesse presenti nell'ambiente di lavoro e loro caratteristiche;
- la distinzione delle diverse tipologie di esposizione e, di conseguenza, limiti da applicare;
- l'individuazione delle attività che possono comportare esposizione di carattere professionale;
- la zonizzazione e il relativo significato;
- la procedura di accesso alle zone, le autorizzazioni e la segnaletica;
- le procedure e le norme comportamentali idonee a ridurre al minimo l'esposizione;
- l'illustrazione delle misure organizzative e tecniche di tutela.

18 Sorveglianza sanitaria

A valle del processo di valutazione dei rischi (Cfr. Cap.12), il DL è tenuto a sottoporre alla sorveglianza sanitaria i lavoratori esposti a rischi specifici, secondo le modalità stabilite nel TUS e secondo il protocollo istituito dal MC.

La sorveglianza sanitaria per i lavoratori esposti per ragioni professionali viene effettuata periodicamente, di norma una volta all'anno ovvero con periodicità inferiore, decisa dal MC con riferimento ai lavoratori particolarmente sensibili al rischio, secondo un protocollo stabilito dal MC.

In assenza di indicatori biologici di esposizione/dose ai CEM, né degli indicatori di effetto biologico precoce (a differenza dei casi di esposizione a diversi agenti tossici industriali), la sorveglianza sanitaria ha l'obiettivo di individuare i lavoratori particolarmente sensibili al rischio CEM e di indagare l'eventuale comparsa di effetti correlabili all'esposizione. La sorveglianza sanitaria costituisce, altresì, un'importante occasione per fornire un'**informativa generale sui possibili rischi derivanti dalle esposizioni ai CEM e sulle condizioni che possono comportare una particolare sensibilità al rischio**. Ciò può avvenire in occasione della visita pre-assuntiva o preventiva, e si dovrà ripetere durante gli accertamenti periodici. Indicazioni generali su aspetti della sorveglianza sanitaria possono essere reperite a livello europeo nella "Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici" voll. 1, 2 e 3 [37]. Indicazioni più specifiche e coerenti con la legislazione italiana sono riportate nelle "Linee guida per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a radiazioni non ionizzanti" AIRM-SIMLI [41], ultima revisione in vigore.

Il DL deve garantire un controllo medico e, se necessario, una sorveglianza sanitaria appropriati nel caso in cui sia stata rilevata un'**esposizione superiore ai VLE_{sens} o superiore ai VLE_{san}** o nel caso in cui un **lavoratore segnali** effetti indesiderati o inattesi sulla salute, ivi compresi effetti sensoriali. La percezione di sintomi transitori non comporta di per sé inidoneità alla mansione. Tuttavia, qualora il MC riceva segnalazione da un lavoratore di sintomi ascrivibili all'esposizione ai CEM, è opportuno che approfondisca con il lavoratore le circostanze di manifestazione dei sintomi e la loro ricorrenza, al fine di escludere quelle non ascrivibili allo svolgimento dell'attività lavorativa. Le informazioni raccolte saranno trascritte dal MC nella cartella sanitaria e di rischio del lavoratore. I dati così raccolti dovranno essere oggetto di una periodica analisi da parte del MC al fine di valutare la necessità di avviare valutazioni più approfondite delle situazioni che hanno determinato il manifestarsi dei sintomi ascrivibili all'esposizione ai CEM. Le risultanze dovranno confluire, in forma di dati anonimi e collettivi, nella relazione annuale sull'andamento degli infortuni, delle malattie professionali e della sorveglianza sanitaria fornita dal MC in sede di riunione periodica (TUS, art. 35).

1663

PARTE 19

1664

ALLEGATI

Allegato A

Lavoratori particolarmente sensibili al rischio CEM

Il TUS, nelle disposizioni generali relative all'esposizione agli agenti fisici (titolo VIII, capo I), identifica come lavoratori particolarmente sensibili al rischio le **donne in stato di gravidanza e i minori** e, con specifico riferimento all'esposizione ai CEM (titolo VIII, capo IV), i **portatori di dispositivi medici impiantati attivi o passivi, e i portatori di dispositivi medici portati sul corpo**.

Sulla base degli effetti biofisici riportati dagli studi scientifici e clinici, la Guida Pratica Non Vincolante della Commissione Europea identifica ulteriori categorie di soggetti da ritenersi particolarmente sensibili al rischio da esposizione ai CEM, tra cui i **portatori di corpi o elementi inclusi contenenti parti ferromagnetiche o parti metalliche conduttive** (ad es. schegge, piercing, tatuaggi con pigmenti metallici) nonché **gruppi di lavoratori non specificati come particolarmente a rischio** (ad es. lavoratori che assumono farmaci particolari per patologie mediche riconosciute).

La valutazione del rischio deve tener conto dei lavoratori particolarmente sensibili, in modo che il datore di lavoro, avvalendosi della collaborazione del medico competente (MC), adatti le misure finalizzate alla riduzione ed eliminazione dei rischi alle esigenze specifiche di questi lavoratori, per i quali si potrebbe determinare una maggiore suscettibilità agli effetti dell'esposizione ai CEM.

Al fine di garantire la tutela dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio, è necessario che gli stessi, sensibilizzati attraverso le misure di prevenzione come informazione e formazione obbligatorie per tutti i lavoratori, siano edotti dei possibili rischi derivanti dall'esposizione ai CEM e siano quindi in grado di informare circa la loro condizione il MC, che verificherà le condizioni di idoneità alla mansione ed effettuerà la sorveglianza sanitaria del lavoratore. Nel caso delle lavoratrici, esse sono tenute a comunicare lo stato di gravidanza, non appena ne vengano a conoscenza, al DL oltre che al MC.

In generale, l'adesione ai limiti e ai livelli di riferimento per l'esposizione della popolazione fissati dalla Raccomandazione 1999/519/CE dovrebbe fornire un elevato livello di protezione rispetto agli effetti accertati sulla salute che possono derivare dall'esposizione ai CEM. Tuttavia, ciò non evita necessariamente i problemi di interferenza o gli effetti sul funzionamento di dispositivi medici attivi quali, ad esempio, stimolatori cardiaci e defibrillatori, impianti cocleari e di altro tipo. Infatti, la Raccomandazione precisa che **"i problemi di interferenza con gli stimolatori cardiaci possono verificarsi per valori inferiori ai livelli di riferimento raccomandati ed esigono quindi precauzioni adeguate**, che esulano comunque dall'ambito di applicazione della presente raccomandazione e sono contemplate nel contesto della normativa sulla compatibilità elettromagnetica e sui dispositivi medici".

Nella **Tab. A.1** è riportata una descrizione sintetica delle diverse categorie di lavoratori particolarmente sensibili al rischio CEM, nonché alcuni esempi e i riferimenti ai paragrafi specifici di questa appendice.

1706

Tabella A.1 –Categorie di lavoratori particolarmente sensibili al rischio CEM

CATEGORIE	ESEMPI	PARAGRAFO
Lavoratori portatori di dispositivi medici impiantati attivi (DMIA)	Stimolatori cardiaci, defibrillatori cardiaci, impianti cocleari, impianti nel tronco encefalico, protesi dell'orecchio interno, neurostimolatori, codificatori della retina, pompe impiantate per l'infusione di farmaci	A.1
Lavoratori portatori di dispositivi medici impiantati passivi (DMIP) con proprietà ferromagnetiche	Protesi articolari, chiodi, piastre, viti, clip chirurgiche, clip per aneurisma, stent, protesi valvolari cardiache, anelli per annuloplastica, impianti contraccettivi metallici e tipi di dispositivi medici impiantabili attivi	A.2
Portatori di corpi o elementi inclusi contenenti parti ferromagnetiche o parti metalliche conduttive	Schegge, piercing, tatuaggi con pigmenti metallici	A.2
Lavoratori portatori di dispositivi medici portati sul corpo	Pompe esterne per infusione di ormoni o farmaci	A.3
Lavoratrici in stato di gravidanza e minori		A.4
Gruppi di lavoratori non specificati come particolarmente a rischio	Lavoratori che assumono farmaci particolari per patologie mediche riconosciute	A.5

Con riferimento ai lavoratori portatori di dispositivi medici impiantati attivi (DMIA) (Cfr. § A.1) e passivi (DMIP) (Cfr. § A.2) nonché ai lavoratori portatori di corpi o elementi metallici inclusi (Cfr. § A.2), il rischio da esposizione ai CEM è associato, in relazione alle caratteristiche del campo (intensità e frequenza), a possibili forze meccaniche di dislocazione (esposizione a campi magnetici statici) o a effetti di riscaldamento (esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo) a cui potrebbero essere sottoposti tali dispositivi, se contenenti parti ferromagnetiche o parti metalliche conduttive. Per i DMIA (Cfr. § A.1) e per i dispositivi medici portati sul corpo (Cfr. § A.3) sussiste altresì il rischio associato a possibili effetti indiretti di interferenza elettromagnetica con il normale funzionamento degli stessi.

Ulteriori indicazioni sulle condizioni che possono determinare una particolare sensibilità al rischio associato all'esposizione ai CEM sono riportate nelle Linee guida per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a radiazioni non ionizzanti dell'Associazione Italiana di Radioprotezione Medica. Ulteriori approfondimenti e indicazioni operative sulla valutazione del rischio per le diverse categorie di lavoratori particolarmente sensibili al rischio CEM sono reperibili nelle specifiche sezioni delle FAQ sui Campi elettromagnetici disponibili sul Portale Agenti Fisici (PAF).

A.1 Lavoratori portatori di dispositivi medici impiantati attivi

I lavoratori portatori di dispositivi medici impiantati attivi (DMIA) – ad esempio stimolatori cardiaci, defibrillatori cardiaci, impianti cocleari, impianti nel tronco encefalico, protesi dell'orecchio interno, neurostimolatori, codificatori della retina, pompe impiantate per l'infusione di farmaci – rientrano tra i soggetti particolarmente sensibili al rischio di esposizione ai CEM, per i quali i problemi d'interferenza o gli effetti sul funzionamento dei DMIA possono verificarsi per esposizioni ai CEM a valori inferiori ai livelli di riferimento (LR) della Raccomandazione 1999/519/CE per la popolazione.

Per valutare l'idoneità alla mansione del lavoratore portatore di DMIA, il MC, anche sulla base delle informazioni fornite dal medico o dalla struttura curante del paziente ovvero dal produttore del dispositivo, eseguirà una visita approfondita che potrà fornire indicazioni sulle sue caratteristiche ed in particolare sui livelli di immunità e le tipologie di possibili malfunzionamenti.

1739 Tutti i DMIA immessi sul mercato dopo il 1 gennaio 1995 devono rispettare i requisiti
1740 essenziali della direttiva 90/385/CEE sui dispositivi medici impiantabili attivi. A partire
1741 dal 2007 tale direttiva, unitamente alla direttiva 93/42/CEE sui dispositivi medici, è stata
1742 integrata all'interno di una unica direttiva, la **direttiva 2007/47/CE**. A decorrere dal 26
1743 maggio 2020 è applicato il nuovo **Regolamento 2017/745** del Parlamento europeo e del
1744 Consiglio europeo sui dispositivi medici, entrato in vigore il 25 maggio 2017, che abroga
1745 la direttiva 90/385/CEE sui dispositivi medici impiantabili attivi e la direttiva 93/42/CEE
1746 sui dispositivi medici.

1747 Per quanto riguarda i campi elettromagnetici, la **direttiva 2007/47/CE** stabilisce che i
1748 dispositivi medici siano progettati e fabbricati in modo da eliminare o ridurre al minimo i
1749 rischi connessi con condizioni ambientali ragionevolmente prevedibili, in particolare i
1750 rischi connessi con i campi magnetici, le influenze elettriche esterne, le scariche
1751 elettrostatiche. Nella pratica questo si traduce nell'applicazione, da parte dei fabbricanti
1752 dei dispositivi, di specifiche norme tecniche armonizzate (**EN45502-1** e la serie
1753 **EN45502-2-X** di norme particolari), i cui requisiti di immunità elettromagnetica sono
1754 derivati dai livelli di riferimento della **Raccomandazione 1999/519/CE** per la protezione
1755 della popolazione.

1756 Le norme suddette non valutano però l'immunità dei dispositivi a segnali associati a
1757 sorgenti particolari presenti negli ambienti di lavoro, per i quali rimandano ad analisi
1758 ulteriori da effettuarsi direttamente con il costruttore del dispositivo, con il datore di
1759 lavoro e con il medico curante (ad esempio per la possibilità di impostazioni non standard
1760 per il DMIA).

1761 La norma tecnica **CEI EN 50527-1** descrive la procedura generale di valutazione del
1762 rischio dell'esposizione sul luogo di lavoro ai CEM nell'intervallo di frequenza da 0 Hz a
1763 300 GHz, per i lavoratori portatori di DMIA. La norma specifica come effettuare una
1764 valutazione generale del rischio e come determinare se sia necessario procedere con
1765 un'ulteriore valutazione dettagliata. La norma fornisce, inoltre, una tabella contenente
1766 una lista di apparati/condizioni espositive conformi a priori/giustificabili ai LR per la
1767 popolazione della Raccomandazione 1999/519/CE. **Al fine di garantire l'immunità dei**
1768 **DMIA, il confronto con i LR della Raccomandazione 1999/519/CE deve essere su**
1769 **base istantanea, cioè senza includere alcuna media temporale.**

1770 La **Tab. A.2** – tratta dalla Tab. 1 della norma **CEI EN 50527-1:2017**– definisce una lista
1771 di apparati/condizioni espositive che si assume determinino esposizioni ai CEM
1772 contenute entro i LR per la popolazione della Raccomandazione 1999/519/CE (valori su
1773 base istantanea), purché siano utilizzati come specificato nella colonna "Eccezione e
1774 Note" della stessa tabella.

1775
1776
1777
1778

Tabella A.2 – Apparecchiature/condizioni di esposizione conformi a priori ai i livelli di riferimento per la popolazione della Raccomandazione 1999/519/CE e relative eccezioni per i portatori di DMIA
(tratta dalla norma CEI EN 50527-1:2017)

Indicazione del luogo di lavoro	Esempi di apparecchiature	Eccezioni e note
Qualsiasi luogo	Apparecchi di illuminazione	Esclusa l'illuminazione per scopi industriali che utilizzi microonde o radiofrequenze.
Qualsiasi luogo	Computer e apparecchiature informatiche	Purché non contengano apparecchiature di radiotrasmissione, quali RadioLAN, Bluetooth o Telefonia Mobile. In caso di loro inclusione nelle apparecchiature, seguire le raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il DMIA, o seguire la procedura di valutazione descritta nell'allegato A della norma CEI EN 50527-1. Dischi rigidi (diversi da dischi rigidi allo stato solido) di computer portatili e dischi rigidi esterni dovrebbero essere trattati come apparecchiature in grado di produrre campi magnetici statici e andrebbero utilizzati solo mantenendo una distanza di separazione di almeno 15 cm dal DMIA.
Qualsiasi luogo	Computer e apparecchiature informatiche comprese quelle per le comunicazioni senza fili	Seguire le raccomandazioni, che ne limitano l'uso, ricevute con il DMIA o seguire la procedura di valutazione descritta nell'allegato A della norma CEI EN 50527-1. Dischi rigidi (diversi da dischi rigidi allo stato solido) di computer portatili e dischi rigidi esterni dovrebbero essere trattati come apparecchiature in grado di produrre campi magnetici statici e andrebbero utilizzati solo mantenendo una distanza di separazione di almeno 15 cm dal DMIA.
Qualsiasi luogo	Macchine per ufficio	Esclusi gli smagnetizzatori di nastri.
Qualsiasi luogo	Telefoni cellulari, smart phones e telefoni senza fili	Seguire le raccomandazioni, che ne limitano l'uso, ricevute con il DMIA o seguire la procedura di valutazione descritta nell'allegato A della norma CEI EN 50527-1. Ad esempio, per gli stimolatori e i defibrillatori cardiaci, la distanza di interferenza tra la sorgente e il DMIA è di 15 cm per potenze di picco fino a 2W.
Qualsiasi luogo	Radio ricetrasmittenti	Seguire le raccomandazioni, che ne limitano l'uso, ricevute con il DMIA o seguire la procedura di valutazione descritta nell'allegato A della norma CEI EN 50527-1.
Qualsiasi luogo	Stazioni base per telefoni senza fili DECT e WLAN (es. Wi-Fi)	Seguire le raccomandazioni, che ne limitano l'uso, ricevute con il DMIA o seguire la procedura di valutazione descritta nell'allegato A della norma CEI EN 50527-1. Ad esempio, per gli stimolatori e i defibrillatori cardiaci, la distanza di interferenza tra la sorgente e il DMIA è di 15 cm per potenze di picco fino a 2W.

1779

Indicazione del luogo di lavoro	Esempi di apparecchiature	Eccezioni e note
Qualsiasi luogo	Apparecchiature di comunicazione e reti cablate	Le aree contenenti tali apparecchiature sono considerate conformi senza ulteriori valutazioni.
Qualsiasi luogo	Utensili elettrici mobili e portatili	Le aree contenenti tali apparecchiature sono considerate conformi senza ulteriori valutazioni. Tuttavia, il lavoratore portatore di DMIA non deve utilizzare gli utensili senza che sia stata effettuata una ulteriore valutazione in conformità all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.
Qualsiasi luogo	Utensili riscaldanti portatili (es. pistole incollatrici, pistole riscaldanti)	Le aree contenenti tali apparecchiature sono considerate conformi senza ulteriori valutazioni. Tuttavia, il lavoratore portatore di DMIA non deve utilizzare gli utensili senza che sia stata effettuata una ulteriore valutazione in conformità all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.
Qualsiasi luogo	Caricabatteria per uso domestico	I grandi caricabatteria (per uso professionale) necessitano di ulteriori valutazioni. Per i caricatori che utilizzano accoppiamento induttivo o di prossimità sono necessarie ulteriori informazioni da parte del produttore.
Qualsiasi luogo	Apparecchiature elettriche per giardinaggio	Le aree contenenti tali apparecchiature sono considerate conformi senza ulteriori valutazioni. Tuttavia, il lavoratore portatore di DMIA non deve utilizzare gli utensili senza che sia stata effettuata una ulteriore valutazione in conformità all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.
Qualsiasi luogo	Apparecchiature audio e video	Se l'apparecchiatura utilizza trasmissioni senza fili, seguire le raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il DMIA o seguire la procedura di valutazione descritta nell'allegato A della norma CEI EN 50527-1. Dischi rigidi (diversi da dischi rigidi allo stato solido) di computer portatili e dischi rigidi esterni dovrebbero essere trattati come apparecchiature in grado di produrre campi magnetici statici e andrebbero utilizzati solo mantenendo una distanza di separazione di almeno 15 cm dal DMIA. Altoparlanti e auricolari vanno considerati come apparecchiature che producono campi magnetici statici.
Qualsiasi luogo	Apparecchiature portatili a batteria, esclusi trasmettitori a radiofrequenza	Le aree contenenti tali apparecchiature sono considerate conformi senza ulteriori valutazioni.
Qualsiasi luogo	Apparecchiature elettriche per il riscaldamento di ambienti	In generale non vi sono restrizioni all'uso. Per lavoratori che si trovino in prossimità di grandi apparecchiature elettriche per il riscaldamento industriale sono necessarie ulteriori informazioni dal produttore.
Qualsiasi luogo	Tutte le apparecchiature non elettriche	Alcune apparecchiature non elettriche possono includere campi magnetici statici elevati (per esempio magneti permanenti). In questo caso deve essere condotta una valutazione in conformità all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.

Indicazione del luogo di lavoro	Esempi di apparecchiature	Eccezioni e note
Qualsiasi luogo	Tutte le apparecchiature che producono campi magnetici statici	Le apparecchiature in grado di produrre nella regione occupata dal DMIA una densità di flusso magnetico $B > 1 \text{ mT}$ possono influenzare il comportamento del DMIA stesso. Tale limite di picco di 1 mT si applica anche ai campi magnetici "quasi statici" nella gamma di frequenza compresa tra 0 Hz e alcuni Hz. Il TUS, fissa un valore di azione (VA) per l'induzione magnetica di campi magnetici statici di 0.5 mT per i rischi di interferenza con DMIA attivi, quali ad esempio gli stimolatori cardiaci.
Qualsiasi luogo	Reti di alimentazione elettrica nei luoghi di lavoro e circuiti di distribuzione e trasmissione di elettricità che attraversano o scavalcano i luoghi di lavoro. L'esposizione ai campi elettrici e magnetici è considerata separatamente. Per quanto attiene all'esposizione ai campi magnetici, i seguenti sono conformi: – qualsiasi installazione elettrica con una corrente nominale di fase non superiore a 100 A; – qualsiasi circuito singolo in un'installazione con una corrente nominale di fase non superiore a 100 A; – qualsiasi circuito i cui conduttori siano vicini tra loro e abbiano una corrente netta non superiore a 100 A; – sono compresi tutti i componenti delle reti che rispettano i criteri precedenti (compreso il cablaggio, gli apparecchi di manovra, i trasformatori, ecc.); – qualsiasi conduttore aereo nudo in sottostazioni di qualunque tensione. Per quanto attiene alla esposizione ai campi elettrici, i seguenti sono conformi: – qualsiasi circuito di cavi sotterraneo o isolato a qualunque tensione nominale; – qualsiasi conduttore aereo non isolato di tensione nominale non superiore a 110 kV;	I criteri indicati nella colonna centrale allo scopo di dimostrare che i campi sono sufficientemente bassi da non interferire con i DMIA, mirano a dimostrare che le esposizioni sono inferiori ai LR per la popolazione stabiliti dalla Raccomandazione 1999/519/CE⁽⁵⁾. Per quanto riguarda i campi magnetici, tutte le linee aeree rispettano tale criterio ma, per quanto riguarda i campi elettrici, solo le linee con tensione nominale fino a 150 kV lo rispettano. Tuttavia, in una linea aerea con tensione superiore a 150 kV, il campo elettrico è, generalmente, ma non sempre, inferiore al LR per la popolazione⁽⁶⁾. Il par. C.2 della norma CEI EN 50527-1 contiene maggiori informazioni al riguardo e, di conseguenza, non è prescritta una valutazione del rischio per un luogo di lavoro sorvolato da una linea aerea se si applica una delle seguenti condizioni: – le misure nel luogo di lavoro indicano il mancato superamento del LR del campo elettrico per la popolazione; – se i calcoli del campo elettrico nel luogo di lavoro derivante dalla linea aerea (es. fornito dall'operatore di linea) indicano il mancato superamento del LR del campo elettrico per la popolazione; – se in nessun punto del luogo di lavoro la linea aerea che passa al di sopra si trova a una distanza dal suolo inferiore a 16 m (per linee tra 291 kV e 420 kV), 11 m (per linee tra 226 kV e 290 kV), 9 m (per linee tra 151 kV e 225 kV) o qualsiasi altezza (per linee tra 0 kV e 150 kV); – quando il luogo di lavoro è in un interno; Questo si applica quando un lavoratore portatore di DMIA è al livello del suolo (in piedi o seduto, ecc.) e non quando è al di sopra del livello del suolo.

1781

(5) Alla frequenza di 50 Hz , i Livelli di Riferimento della Raccomandazione 1999/519/CE coincidono con i limiti di esposizione per gli elettrodotti fissati dal DPCM 8/7/2003 BF.

(6) A livello nazionale, in relazione agli elettrodotti a 50 Hz , valgono i limiti di cui al DPCM 8/7/2003 BF, che prevedono in particolare il rispetto al suolo dei limiti di esposizione, coincidenti con i LR della Raccomandazione (oltre che, a titolo di misura precauzionale, ulteriori restrizioni per il campo magnetico in relazione alle esposizioni di lunga durata).

Indicazione del luogo di lavoro	Esempi di apparecchiature	Eccezioni e note
	– qualsiasi linea aerea non superiore a 150 KV sopra il luogo di lavoro – qualsiasi linea aerea a qualunque tensione sopra l'edificio se il luogo di lavoro è in un interno	Nelle aziende di fornitura elettrica alcuni luoghi di lavoro possono trovarsi in prossimità di apparecchiature di alimentazione elettrica, nel qual caso è possibile il superamento dei LR per la popolazione della Raccomandazione 1999/519/CE. La valutazione del rischio per il lavoratore portatore di DMIA deve considerare i livelli di campo a cui il lavoratore può essere esposto, nonché la sensibilità all'interferenza dello specifico DMIA in relazione alle sue caratteristiche tecniche. Nelle aree in cui si possono determinare "esposizioni transitorie" al di sopra dei LR per la popolazione si rimanda al par. D.4.6 della norma CEI EN 50527-1 per maggiori informazioni al riguardo.
Qualsiasi luogo	Strumentazione, apparecchi di misura, di controllo e di automazione	Purché non contengano apparecchiature di radiotrasmissione, quali RadioLAN, Bluetooth o Telefonia Mobile. In caso di loro inclusione nelle apparecchiature, seguire le raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il DMIA o la procedura di valutazione descritta nell'allegato A della norma CEI EN 50527-1.
Qualsiasi luogo	Elettrodomestici	Sono escluse le apparecchiature per riscaldamento a induzione. Sono comprese le apparecchiature professionali, quali i cuocivivande, le lavatrici, forni a microonde, ecc, utilizzati in ristoranti, negozi, ecc. Per gli elettrodomestici contenenti apparecchiature di radiotrasmissione (CS, RadioLAN, Bluetooth o Telefonia Mobile), seguire le raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il DMIA o la procedura descritta nell'allegato A della norma CEI EN 50527-1.
Qualsiasi luogo	Trasmettitori azionati a batteria	Seguire le raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il DMIA o la procedura descritta nell'allegato A della norma CEI EN 50527-1.
Qualsiasi luogo	Antenne di stazioni radio base	Mantenersi all'esterno della distanza di interferenza come descritto nella valutazione in conformità all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1. Se viene specificata una distanza di interferenza da una autorità competente, questa deve essere rispettata.
Luoghi di lavoro sanitari	Tutte le apparecchiature mediche che non utilizzano sorgenti di campi elettromagnetici per scopi terapeutici o diagnostici	Se i luoghi di lavoro sanitari comprendono campi magnetici o elettrici statici o variabili nel tempo, possono essere necessarie precauzioni operative. Per le apparecchiature indicate in altri punti della presente tabella, utilizzate nei luoghi di lavoro sanitari, vedasi la sezione corrispondente.

1782

Indicazione del luogo di lavoro	Esempi di apparecchiature	Eccezioni e note
Luoghi di lavoro aperti al pubblico (trattati nel par. 4.6 della Direttiva 2013/35/UE)	Si considera che i luoghi di lavoro aperti al pubblico e conformi ai limiti di esposizione contenuti nella Raccomandazione del Consiglio Europeo 1999/519/CE siano conformi senza ulteriori valutazioni purché la conformità sia valutata rispetto ai livelli di riferimento derivati.	In alcune circostanze, i livelli di riferimento (LR) possono essere superati pur rispettando i limiti di base (LB) della Raccomandazione 1999/519/CE. Tali circostanze si verificano di solito in aree localizzate vicino alle apparecchiature che emettono CEM, quindi l'esposizione transitoria in tali zone può essere ammessa. In caso di dubbi, ulteriori linee guida possono essere ottenute dai costruttori del dispositivo o dell'emettitore, dai consulenti medici o consultando la Norma specifica del dispositivo corrispondente.
Qualsiasi luogo	Apparecchiature con marchio CE immesse sul mercato europeo in conformità con la Raccomandazione 1999/519/CE come richiesto dalle Direttive pertinenti, in particolare in conformità con le relative norme tecniche armonizzate elencate nella Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea.	Alcune apparecchiature immesse sul mercato europeo possono essere conformi alla Raccomandazione 1999/519/CE pur non avendo ottenuto il marchio CE, per esempio, se fanno parte di un'installazione. Le aree contenenti tali apparecchiature sono considerate conformi senza ulteriori valutazioni, purché la conformità sia valutata rispetto ai livelli di riferimento derivati (Limiti di base, LB). In alcune circostanze, i livelli di riferimento possono essere superati pur rispettando i LB della raccomandazione. Tali circostanze si verificano, di solito, in aree localizzate vicino alle apparecchiature con marchio CE, quindi l'esposizione transitoria in tali zone può essere ammessa. In caso di dubbi, ulteriori linee guida possono essere ottenute dai costruttori del dispositivo o dell'emettitore, dai consulenti medici o consultando la Norma di prodotto specifica del dispositivo corrispondente.

Se tutti gli apparati/condizioni espositive individuati in un ambiente di lavoro rientrano nella **Tab. A.2**, e sono utilizzati come specificato nella colonna "Eccezione e Note" della tabella stessa, il processo di valutazione del rischio, per il lavoratore particolarmente sensibile al rischio, può essere considerato concluso e non sono necessarie ulteriori azioni. Tuttavia, qualora il fabbricante del DMIA fornisca specifiche raccomandazioni o limitazioni all'uso di apparecchiature presenti nel luogo di lavoro, queste devono essere tenute in considerazione nella valutazione del rischio. Normalmente, le raccomandazioni si articolano nell'indicazione di una distanza minima di separazione tra un'apparecchiatura e il DMIA.

Con riferimento alle **esposizioni a campi magnetici statici o quasi statici (fino a qualche Hz)** la norma CEI EN 50527-1 consiglia di non superare il livello di 1 mT per l'induzione magnetica se non per esposizioni di breve durata. Il TUS fissa, invece, un **valore di azione (VA) di 0.5 mT per l'induzione magnetica di campi magnetici statici per i rischi di interferenza con DMIA attivi**, quali ad esempio gli stimolatori cardiaci (Tab. 4 o Allegato XXXVI, Parte II, Tab. B4). Al fine di minimizzare i rischi per i lavoratori portatori di DMIA, si raccomanda pertanto di non superare il VA di 0.5 mT per l'induzione magnetica di campi magnetici statici o quasi statici.

Tabella A.3 – Restrizioni per l'induzione magnetica per esposizioni di breve durata a campi magnetici statici o quasi statici (0–1 Hz)

	CEI EN 50527-1	TUS - VA
DMIA	< 1 mT	0,5 mT
Rischio di attrazione e propulsivo		3 mT (sorgenti > 100 mT)

Qualora le apparecchiature/condizioni espositive del luogo di lavoro non siano comprese nell'elenco riportato nella Tab. A.2 ovvero qualora non siano rispettate le indicazioni riportate nella colonna "Eccezione e Note" della tabella stessa o non siano rispettate le raccomandazioni specifiche del fabbricante del DMIA, è necessario che il DL conduca una valutazione specifica del rischio, acquisendo i manuali del dispositivo e/o le informazioni dal fabbricante, avvalendosi della collaborazione del MC e del lavoratore portatore del DMIA. **Se per il DMIA oggetto della valutazione vi è una norma specifica della serie EN 50527-2-X, andrà seguito il processo di valutazione del rischio indicato dalla norma di riferimento. Qualora per il DMIA non vi sia una norma specifica, ai fini della valutazione del rischio andrà seguita la procedura descritta nell'allegato A della norma CEI EN 50527-1.**

Il processo di valutazione del rischio dovrà terminare con l'individuazione delle aree di accesso (continuativo/transitorio) o di interdizione per il lavoratore portatore di DMIA e/o con l'adeguamento della postazione di lavoro o dell'attività lavorativa.

A.2 Lavoratori portatori di dispositivi medici impiantati passivi (DMIP) o di corpi inclusi contenenti parti ferromagnetiche o parti metalliche conduttive

I lavoratori portatori di dispositivi medici impiantati passivi (DMIP) o corpi inclusi contenenti parti ferromagnetiche o parti metalliche conduttive devono essere considerati lavoratori particolarmente sensibili al rischio di esposizione ai CEM.

Numerosi **DMIP** possono contenere parti metalliche con proprietà ferromagnetiche. Tra questi si annoverano protesi articolari, chiodi, piastre, viti, clip chirurgiche, clip per aneurisma, stent, protesi valvolari cardiache, anelli per anuloplastica, impianti contraccettivi, nonché alcune tipologie di DMIA. Se questi dispositivi contengono materiali ferromagnetici, questi possono subire **effetti di torsione o dislocazione in presenza di campi magnetici statici intensi**. Le stesse considerazioni si possono estendere al caso di portatori di **inclusi metallici nel corpo** (ad esempio schegge, otturazioni dentali, piercing, tatuaggi con pigmenti ad elevato contenuto di ferro).

Il TUS fissa un **VA di 3 mT per l'induzione magnetica di campi magnetici statici** (Allegato XXXVI, Parte II, Tab. B4 o Tab.4) al fine di prevenire il rischio di attrazione e propulsivo nel campo periferico di sorgenti di campo magnetico statico ad alta intensità (> 100 mT). Tale VA può essere considerato indicativamente valido per prevenire l'azione di tipo meccanico esercitata dal campo magnetico statico su impianti ferromagnetici non attivi o su inclusi ferromagnetici.

Nel caso di **esposizioni a campi elettrici o magnetici variabili nel tempo**, gli impianti o inclusi metallici possono perturbare il campo elettrico indotto nel corpo del soggetto esposto, creando regioni localizzate di campi elevati a causa della maggiore conducibilità elettrica del metallo rispetto al tessuto biologico. In linea di principio, gli impianti metallici potrebbero essere riscaldati induttivamente, determinando infiammazioni locali o, in caso di esposizioni di intensità particolarmente elevata, lesioni termiche dei tessuti circostanti. Il **riscaldamento induttivo** dipenderà pertanto dalla frequenza e intensità del campo, nonché dalle dimensioni e dalla massa dell'impianto o dell'incluso metallico. Poiché la penetrazione del campo nel corpo diminuisce all'aumentare della frequenza, è da ritenere limitata o nulla l'interazione tra i CEM ad alta frequenza e la maggior parte degli impianti metallici collocati entro una massa di tessuto circostante (ad esempio, le protesi).

D'altro canto, è da supporre che gli elementi metallici inclusi in prossimità della superficie del corpo (ad esempio, piercing o tatuaggi con pigmenti contenenti metallo) siano maggiormente suscettibili a fenomeni locali di riscaldamento induttivo. Allo stato attuale delle conoscenze, tuttavia, vi sono pochissimi dati disponibili in letteratura su cui basare una valutazione dei rischi, né risulta possibile individuare soglie di manifestazione dei sintomi o entità di eventuali effetti in relazione all'esposizione ai CEM variabili nel tempo per i lavoratori portatori di DMIP o di corpi inclusi contenenti parti ferromagnetiche.

In generale, secondo la Guida Non Vincolante della Commissione Europea, la conformità ai LR della Raccomandazione 1999/519/CE per la popolazione dovrebbe fornire un'adeguata protezione per i lavoratori portatori di impianti o inclusi metallici. Condizioni di esposizione a livelli di campo più intensi dovrebbero essere consentite solo in seguito a specifiche valutazioni, condotte nell'ambiente di lavoro secondo specifiche norme di prodotto e/o sulla base di indicazioni fornite dal fabbricante, nonché sulla base delle caratteristiche del dispositivo passivo, quali dimensione, forma, tipologia di materiali e posizione nel corpo del lavoratore.

Come indicazione di buona prassi, in occasione della **sorveglianza sanitaria** da parte del MC, si suggerisce di raccogliere eventuali segnalazioni da parte di lavoratori portatori di DMIP o inclusi metallici in merito al manifestarsi di sintomi ascrivibili all'esposizione ai CEM, al fine di indagare sulle circostanze di accadimento e su eventuali ricorrenze.

A.3 Lavoratori portatori di dispositivi medici portati sul corpo

I lavoratori portatori di dispositivi medici portati sul corpo (ad esempio pompe esterne per infusione di ormoni o farmaci) rientrano tra i soggetti particolarmente sensibili al rischio di esposizione ai CEM. Tali dispositivi possono essere attivi o passivi, e, se non possono essere rimossi dal lavoratore senza pregiudicare lo stato di salute, debbono essere trattati come i dispositivi impiantati, pertanto valgono le stesse osservazioni presentate per i DMIA e per gli inclusi ferromagnetici passivi (Cfr. § A1, § A2).

I dispositivi medici portati sul corpo rientrano nel campo di applicazione della direttiva concernente i dispositivi medici (**direttiva 93/42/CEE modificata dalla direttiva 2007/47/CE**). Per tali dispositivi, **le considerazioni relative alla valutazione del rischio sono analoghe a quelle applicabili per i DMIA relativamente all'interferenza con altre apparecchiature mediche elettroniche** (Cfr. § A.1).

I fabbricanti ottengono la conformità ai requisiti essenziali della direttiva concernente i dispositivi medici (**direttiva 93/42/CEE modificata dalla direttiva 2007/47/CE**) fabbricando i propri prodotti nel rispetto di un'appropriata norma armonizzata.

Per quanto riguarda l'immunità alle interferenze elettromagnetiche che i costruttori devono garantire, la norma principale è la **IEC 60601-1-2**. La norma specifica i requisiti generali e le prove per la sicurezza di base e le prestazioni essenziali dei dispositivi medici elettronici rispetto alle emissioni e disturbi elettromagnetici. La norma comprende una guida per la determinazione dei livelli di prova dell'immunità per ambienti particolari, gli orientamenti sulla gestione dei rischi per la sicurezza di base, le prestazioni essenziali relative ai disturbi elettromagnetici e le indicazioni sull'identificazione dei criteri di accettazione o rifiuto dei livelli di immunità. Inoltre, la norma richiede al fabbricante di considerare la compatibilità elettromagnetica (EMC) come parte delle fasi di ideazione e sviluppo del dispositivo, sia in riferimento alle interferenze verso e con altri dispositivi sia nei riguardi dei disturbi previsti nell'ambiente circostante.

1893 **A.4 Lavoratrici in stato di gravidanza e minori**

1894 Il D.Lgs. 151/2001 [12], inerente le lavoratrici in stato di gravidanza e i minori,
1895 considerando il prodotto del concepimento come membro della popolazione –
1896 impostazione che trova riscontro nel TUS (art. 183) – stabilisce che **l'esposizione delle**
1897 **lavoratrici in stato di gravidanza adibite a mansioni che espongono a campi**
1898 **elettromagnetici non può eccedere i limiti di esposizione per la popolazione fissati**
1899 **dalla legislazione nazionale vigente**. Tali limiti sono stabiliti dai due **D.P.C.M 8 luglio**
1900 **2003** (alta e bassa frequenza) attuativi delle disposizioni della Legge 36/01. Per un
1901 approfondimento sui limiti per l'esposizione non professionale si rimanda alla sezione
1902 8.2 della presente guida.

1903 Con riferimento ai **lavoratori minorenni**, allo stato attuale non esistono dati di letteratura
1904 che supportino in modo consistente l'evidenza di un rischio particolare a seguito di
1905 esposizioni a campi elettromagnetici per i bambini e gli adolescenti entro i limiti previsti
1906 per la popolazione generale, sebbene alcuni studi suggeriscano la possibilità di una
1907 maggiore suscettibilità. In relazione a considerazioni di natura precauzionale,
1908 l'Organizzazione Mondiale della Sanità (International EMF Project 1996) raccomanda di
1909 ridurre l'esposizione di bambini e adolescenti ai campi elettromagnetici. Il **D.Lgs.**
1910 **345/1999**, di attuazione della direttiva 94/33/CE relativa alla protezione dei giovani sul
1911 lavoro, stabilisce che i giovani devono essere protetti dai rischi specifici dovuti a
1912 mancanza di esperienza, assenza di consapevolezza dei rischi esistenti o virtuali o al
1913 loro sviluppo non ancora completato. Coerentemente con tale approccio, **il TUS**
1914 **identifica i minori come lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili**
1915 **al rischio** (art.183). Da un punto di vista pratico il problema della valutazione del rischio
1916 da esposizione a CEM per i lavoratori minorenni è probabilmente limitato, poiché è da
1917 ritenere che nella maggioranza delle attività ad alta esposizione non siano impiegati
1918 minori. Qualora fossero presenti lavoratori minorenni, **essi dovrebbero essere adibiti a**
1919 **mansioni che non comportino il superamento dei limiti di esposizione per la**
1920 **popolazione generale stabiliti dalla legislazione nazionale vigente (Cfr. § 8.2).**

1921 **A.5 Gruppi di lavoratori non specificati come particolarmente a rischio**

1922 La Guida pratica non vincolante della Commissione europea evidenzia che i datori di
1923 lavoro devono essere consapevoli che potrebbero esservi **gruppi di lavoratori non**
1924 **specificati come particolarmente a rischio**, quali ad esempio i lavoratori **che**
1925 **assumono farmaci particolari per patologie mediche (acquisite o congenite)**
1926 **riconosciute**.

1927 Sulla base degli studi scientifici e clinici attualmente disponibili, non sussistono evidenze
1928 in merito a condizioni fisiopatologiche (acquisite o congenite) che configurino una
1929 potenziale maggiore sensibilità agli effetti diretti dei CEM, cioè a condizioni in grado di
1930 ridurre la soglia di stimolazione delle strutture nervose (in particolare della funzione
1931 neurosensoriale e neuromuscolare) nel caso di esposizioni alle basse frequenze, o in
1932 grado di determinare una ridotta soglia di tolleranza al riscaldamento di organi e tessuti
1933 nel caso di esposizioni alle alte frequenze.

1934 Tuttavia, alcune condizioni patologiche, pur non essendo riconoscibili come a maggior
1935 suscettibilità rispetto agli effetti avversi dell'esposizione ai CEM, meritano una
1936 considerazione particolare da parte del MC addetto alla sorveglianza sanitaria dei
1937 lavoratori esposti a CEM. Tra le condizioni da considerare con una maggiore attenzione
1938 vi sono alcune patologie sistemiche e del sistema nervoso centrale che, in caso di
1939 esposizione a livelli elevati di campi magnetici statici o a bassa frequenza quali, ad
1940 esempio, quelli indotti dalla Risonanza Magnetica, potrebbero comportare una maggiore
1941 suscettibilità alla stimolazione a carico di strutture nervose e della funzione
1942 neurosensoriale con possibile comparsa di effetti, tra cui in particolare la vertigine e i
1943 fosfeni, e a carico del sistema cardiovascolare con possibile incremento della pressione
1944 arteriosa e del ritmo cardiaco; tali effetti, qualora si verificassero, potrebbero in alcuni
1945 casi costituire un potenziale rischio per la sicurezza.

- 1946 I risultati ad oggi disponibili provenienti della ricerca scientifica in quest'ambito non
1947 evidenziano, tuttavia, un rischio aumentato laddove le esposizioni siano contenute entro
1948 i VA per le esposizioni professionali ai CEM fissati dal TUS.
- 1949 Ulteriori approfondimenti e indicazioni per il MC sono fornite dalle Linee guida per la
1950 sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a radiazioni non ionizzanti dell'Associazione
1951 Italiana di Radioprotezione Medica (AIRM).
- 1952 Il MC potrà raccogliere eventuali segnalazioni da parte di lavoratori con patologie
1953 acquisite o congenite in merito al manifestarsi di sintomi ascrivibili all'esposizione ai
1954 CEM, al fine di indagare sulle circostanze di accadimento e su eventuali ricorrenze, ed
1955 eventualmente disporre una sorveglianza sanitaria.

Allegato B

Controllo del movimento all'interno di un campo magnetico statico

INTRODUZIONE

Il presente allegato tratta il controllo dei movimenti allo scopo di limitare i possibili effetti indotti dal movimento di un lavoratore in un campo magnetico statico (CMS) di elevata intensità.

La monografia dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) sui possibili effetti sulla salute associati all'esposizione ai campi statici riporta possibili effetti biologici associati ai campi elettrici a bassa frequenza (fino a qualche Hz) indotti nel corpo dal movimento in un gradiente spaziale di CMS o da campi magnetici variabili lentamente nel tempo di intensità superiore a 2–4 T [20]. Tra i possibili effetti vi sono la stimolazione del sistema nervoso periferico (SNP) con eventuale eccitazione muscolare, del sistema nervoso centrale (SNC) con possibile manifestazione di fosfeni (cioè sensazioni visive simili a lampi di luce, causate dai campi elettrici e correnti indotti nella retina), e infine del sistema vestibolare, che può causare nausea e vertigini.

Tali effetti possono essere classificati in due categorie: effetti che comportano un rischio per la salute (**effetti sanitari**) a carico del SNP, ed effetti di minore importanza (**effetti sensoriali**) a carico del SNC e del sistema vestibolare. Questi ultimi sono di natura transitoria e non pericolosi di per sé, ma possono provocare fastidio o disagio e, di conseguenza, possono implicare potenziali rischi per la sicurezza in funzione del tipo di attività svolta dal lavoratore e dell'ambiente in cui essa viene svolta. La loro entità, peraltro, varia considerevolmente da soggetto a soggetto (Cfr. Cap.7).

Nelle **linee guida ICNIRP del 2009** sull'esposizione ai CMS [21][21] si precisa che “le informazioni attuali non indicano alcun serio effetto sanitario a seguito di un'esposizione acuta a un campo magnetico statico fino a 8 T di individui fermi”, ma che tali esposizioni possono determinare effetti fastidiosi quali, ed esempio, vertigini o fosfeni durante il movimento della testa o del corpo. Su queste premesse, l'ICNIRP nelle linee guida sui CMS ha introdotto per la prima volta un **approccio flessibile** sull'adozione dei limiti, raccomandando per le esposizioni professionali i valori limite per l'induzione magnetica (B) di 2 T per la testa e il tronco e di 8 T per gli arti. Il limite di 2 T è stato fissato allo scopo di prevenire non solo gli effetti sanitari, ma anche gli effetti sensoriali associati al movimento del soggetto all'interno del CMS. Le Linee guida ICNIRP ritengono giustificate esposizioni fino a 8 T anche della testa e del tronco nelle attività lavorative per cui si rendano necessarie esposizioni al di sopra di 2 T, purché l'ambiente sia “controllato”, ovvero siano messe in atto adeguate procedure di lavoro per limitare gli effetti sensoriali indotti dal movimento, tra cui il **controllo dei movimenti** al fine di prevenire possibili effetti sensoriali.

*ICNIRP 2009
Campi magnetici
statici: approccio
flessibile ai limiti*

Le problematiche protezionistiche connesse con l'esposizione professionale nei reparti di Risonanza Magnetica, insieme agli aggiornamenti dei limiti per l'esposizione ai CEM a frequenze comprese tra 1 Hz e 100 kHz introdotti dalle Linee Guida ICNIRP del 2010 [22], hanno rivestito un ruolo fondamentale nel processo di sospensione, e successiva revisione, della direttiva 2004/40/CE sulla protezione dei lavoratori dall'esposizione ai CEM tra 0 e 300 GHz che ha portato all'abrogazione della direttiva del 2004 con la pubblicazione della **direttiva 2013/35/UE [14]**.

ICNIRP 2010

Successivamente alla promulgazione della direttiva 2013/35/UE, l'ICNIRP ha pubblicato nel 2014 le linee guida che trattano della limitazione delle esposizioni ai campi elettrici indotti dal movimento del corpo umano nel CMS e dai campi magnetici variabili nel tempo a frequenze inferiori a 1 Hz [22].

ICNIRP 2014

2005	Anche a seguito della pubblicazione delle linee guida ICNIRP del 2014 , negli ultimi anni	
2006	diversi studi si sono focalizzati sulla caratterizzazione dell'esposizione professionale ai	
2007	CMS e degli effetti indotti dal movimento in CMS di elevata intensità, con particolare	
2008	riferimento alle esposizioni dei lavoratori dei reparti di Risonanza Magnetica [44] [45]	
2009	[46] [47].	
2010	Quadro normativo	
2011	Con riferimento all'esposizione ai CEM, il TUS adotta sostanzialmente le disposizioni e i	TUS
2012	limiti della direttiva 2013/35/UE e, quindi, quanto stabilito dalle Linee Guida ICNIRP	Definizioni e limiti
2013	pubblicate fino al 2013. Per quanto concerne i CMS e i campi magnetici quasi statici	
2014	(0–1 Hz), i VLE per l'induzione magnetica esterna (B_0) per frequenze comprese tra 0 e 1	
2015	Hz sono riportati nell'allegato XXXVI al TUS, Parte II, Tab. A1 (Cfr. Tab.3).	
2016	I suddetti limiti si articolano in VLE relativi agli effetti sensoriali (2 T per le “condizioni	
2017	di lavoro normali”, 8 T per la “esposizione localizzata degli arti”) e VLE relativo agli effetti	
2018	sanitari (8 T per “condizioni di lavoro controllate”). Il VLE relativo agli effetti sanitari in	
2019	condizioni di lavoro controllate è applicabile su base temporanea durante il turno di	
2020	lavoro, ove giustificato dalla prassi o dal processo, purché siano adottate misure di	
2021	prevenzione quali il controllo dei movimenti e l'informazione ai lavoratori.	
2022	Parimenti, la norma CEI 60601-2-33 [28], raccomanda di limitare la velocità di movimento	CEI 60601-2-33
2023	in un gradiente spaziale di CMS allo scopo di proteggere il lavoratore dagli effetti indotti	
2024	dal moto.	
2025	Al fine di condurre una valutazione più esaustiva dell'esposizione in relazione ai possibili	ICNIRP 2014
2026	effetti indotti dal movimento in un CMS, sarebbero da tenere in considerazione, ancorché	Movimenti in
2027	non vincolanti, le Linee Guida ICNIRP del 2014 [22]. Nelle suddette linee guida, le	campo magnetico
2028	restrizioni sono definite in termini di limiti di base (LB) e livelli di riferimento (LR) in luogo,	statico: approccio
2029	rispettivamente, dei VLE e VA definiti nel TUS (Cfr. Tab. 1 per le corrispondenze dei	flessibile ai limiti
2030	limiti e § 8.2).	
2031	Nelle linee guida ICNIRP del 2014 viene riproposto l'approccio flessibile sui limiti: in	
2032	particolare, come riassunto nella successiva Tab. B.1 , è raccomandato un LB per le	
2033	esposizioni controllate, da applicare negli ambienti di lavoro dove l'accesso è limitato ai	
2034	lavoratori opportunamente istruiti circa gli effetti che possono derivare dall'esposizione,	
2035	e dove i lavoratori siano in grado di controllare i loro movimenti al fine di prevenire effetti	
2036	sensoriali fastidiosi. In tutti gli altri contesti lavorativi, si applicano invece i LB per le	
2037	esposizioni non controllate.	
2038	Limitatamente agli effetti di stimolazione del SNP e all'induzione di fosfeni, ai LB, relativi	
2039	ad una grandezza fisica interna al corpo umano quale il campo elettrico interno	
2040	(E_{int} , [V m ⁻¹]) indotto dall'esposizione al campo magnetico esterno, corrispondono dei LR	
2041	definiti su una grandezza “radiometrica”, più facilmente misurabile in assenza del corpo	
2042	esposto, quale la derivata temporale dell'induzione magnetica (dB/dt, [T s ⁻¹]). Si noti che,	
2043	mentre i LB per l'effetto sanitario di stimolazione del SNP dovrebbero essere rispettati	
2044	anche in condizioni controllate di esposizione, i LB per l'effetto sensoriale di induzione	
2045	di fosfeni dovrebbero essere rispettati solo in condizioni di esposizione non controllata.	
2046	Per quanto riguarda gli altri effetti sensoriali transitori (vertigini e nausea), i LB sono	
2047	definiti su grandezze esterne al corpo (proporzionali alla variazione dell'induzione	
2048	magnetica) e non vi è, pertanto, la necessità di corrispondenti LR. Tali LB, essendo	
2049	relativi ad effetti sensoriali, dovrebbero essere rispettati solo in condizioni di esposizioni	
2050	non controllate.	
2051		

Tabella B.1 – Limiti di base (*basic restrictions*) e livelli di riferimento (*reference levels*) raccomandati dall'ICNIRP nelle linee guida del 2014 (Tabella tratta da [22])

Table 1. Exposure restrictions for controlling movement in a static magnetic field and exposure to a time-varying magnetic field below 1 Hz. Above 1 Hz the basic restrictions and the reference levels are presented in the ICNIRP (2010) guidelines. For uncontrolled exposure the reference levels for a magnetic flux density may be converted to dB/dt by using (eqn 5).

Frequency f (Hz)	Basic restrictions				Reference levels	
	ΔB (T) ^a	$B_{\text{peak to peak}}$ (T)	Internal electric field strength [V m ⁻¹ (peak)]		dB/dt [T s ⁻¹ (peak)]	
Critical effect	Vertigo due to movement in static B field	Vertigo due to time-varying B field	PNS effects due to movement in static B field and due to time-varying B field	Phosphenes due to movement in static B field and due to time-varying B field	PNS effects due to movement in static B field and due to time-varying B field	Phosphenes due to movement in static B field and due to time-varying B field
Exposure condition ^b	Uncontrolled	Uncontrolled	Controlled	Uncontrolled	Controlled	Uncontrolled
0	2					
0–1		2				
0–0.66			1.1	1.1	2.7	2.7
0.66–1 ^c			1.1	0.7/f	2.7	1.8/f

^aThe maximum change of magnetic flux density ΔB is determined over any 3 s period.

^bFor controlled exposure conditions, a ΔB of 2 T may be exceeded.

Indicazioni per il controllo dei movimenti nel campo magnetico statico

Il movimento in un CMS di intensità superiore a 2 T, pari al VLE_{sens} per l'induzione magnetica esterna (B_0) in "condizioni di lavoro normali" (Tab.3 o TUS, allegato XXXVI, Parte II, Tab. A1), può produrre una serie di effetti biologici che, ancorché transitori, possono potenzialmente implicare rischi per la sicurezza in funzione del tipo di attività svolta dal lavoratore e dell'ambiente in cui essa viene svolta.

Le linee guida ICNIRP del 2014 [22] raccomandano specifiche restrizioni all'esposizione per il controllo dei movimenti nel CMS e per le esposizioni ai campi magnetici variabili nel tempo fino a 1 Hz. In particolare, il LB raccomandato per la prevenzione degli effetti di nausea e vertigini (seconda colonna della Tab. B.1) è riferito alla variazione dell'induzione magnetica percepita dal soggetto in movimento (ΔB) ed è pari ad una massima variazione di 2 T in qualsiasi periodo di 3 s. Tale restrizione si aggiunge al VLE_{sens} (B_0) di 2 T in "condizioni di lavoro normali" fissato dal TUS.

Restrizioni per il controllo dei movimenti nel CMS

In due studi recenti [46] [47], è stato dimostrato che il LB sul modulo della variazione dell'induzione magnetica percepita dal soggetto in movimento nel CMS ($|\Delta B|$ in qualsiasi periodo di 3 s) può non essere rispettato anche se l'induzione magnetica esterna (B_0) è minore di 2 T. Ciò si può verificare, ad esempio, qualora il soggetto compia una rotazione di 180° in un punto dello spazio in cui il modulo di B_0 sia superiore a 1 T.

Pertanto, al fine di prevenire eventuali effetti di nausea e vertigini nei soggetti in movimento in un CMS di elevata intensità, si suggerisce di considerare il limite cautelativo di 1 T per il modulo dell'induzione magnetica esterna.

Limite cautelativo per le esposizioni "non controllate"

Laddove si verificano esposizioni a CMS con induzione magnetica esterna superiore a 1 T, attraverso un'adeguata formazione/informazione e/o la pratica, i lavoratori possono imparare a controllare i propri movimenti, limitandone l'estensione e la velocità attraverso il CMS, in particolare con riferimento ai movimenti di rotazione della testa. In tal modo è possibile mitigare i possibili effetti sensoriali indotti dal movimento nel CMS.

Allegato C

Esposizione simultanea a frequenze multiple e sorgenti multiple

INDICE

Allegato C Esposizione simultanea a frequenze multiple e sorgenti multiple	81
C.1 Introduzione	82
C.2 Processo generale	82
C.3 Esposizione simultanea a campi multifrequenza	83
C.3.1 Gamma di frequenza compresa tra 1 Hz e 10 MHz (effetti di stimolazione)	83
C.3.2 Gamma di frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz (effetti termici)	87
C.4 Esposizione simultanea a sorgenti multiple	90
C.4.1 Termini e definizioni	90
C.4.2 Approccio del quoziente di esposizione totale (QET)	90
C.4.3 QE per una singola apparecchiatura o sorgente	91
C.4.4 Combinazione dei QE di diverse apparecchiature in un quoziente di esposizione totale (QET)	93
C.4.5 Esempio di esposizione multipla utilizzando valutazioni separat del QET	95

2103 C.1 Introduzione

2104 Il presente Allegato tratta le esposizioni simultanee a campi provenienti da più sorgenti,
2105 a campi con elevato contenuto armonico o campi non sinusoidali, presentando un metodo
2106 conservativo per dimostrare la conformità ai limiti fissati dalla legislazione vigente. Il
2107 metodo proposto è coerente con le equazioni descritte dalle Linee Guida dell'ICNIRP del
2108 2010 [21] e dalla Raccomandazione del Consiglio Europeo 1999/519/CE [18].

2109 C.2 Processo generale

2110 Quando si verificano esposizioni simultanee a campi multifrequenza (non sinusoidali)
2111 determinati da un'unica sorgente o a campi provenienti da più sorgenti, si deve
2112 considerare la possibilità che i loro effetti si sommino. Ai fini dell'addittività, i calcoli
2113 devono essere eseguiti separatamente per ciascun regime di frequenza in relazione agli
2114 effetti sul corpo: effetti di stimolazione alle basse frequenze ed effetti termici alle alte
2115 frequenze.

2116 In conformità con i principi stabiliti dalle Linee guida ICNIRP [19] [21], vi sono due regimi
2117 diversi di sommatoria dipendenti dalla frequenza:

*Sommatoria in
funzione del regime
di frequenza*

- 2118 • 1 Hz÷10 MHz, per la protezione dagli effetti di stimolazione (effetti non termici)
- 2119 • 100 kHz÷300 GHz, per la protezione dagli effetti termici.

2120 Le esposizioni ai campi con frequenze inferiori a 100 kHz non dovrebbero mai essere
2121 sommate con le esposizioni ai campi con frequenze superiori a 10 MHz, poiché si
2122 riferiscono a effetti biofisici di natura diversa (Cfr. cap. 5), né dovrebbero essere
2123 combinate le esposizioni per regimi diversi di sommatoria ai campi con frequenze
2124 comprese tra 100 kHz e 10 MHz.

2125 Se le sorgenti sono indipendenti (sorgente con fase non coerente) dovrebbe essere
2126 presa in considerazione la possibilità che gli effetti di tali esposizioni possano cumularsi.
2127 In questo caso la valutazione dell'esposizione si basa sul **metodo della somma
2128 spettrale**, basato sulla somma dei valori efficaci di picco delle ampiezze delle
2129 componenti spettrali, ognuna normalizzata rispetto al pertinente valore limite alla
2130 corrispondente frequenza. Ciò presuppone che le diverse componenti spettrali
2131 raggiungano il valore di picco contemporaneamente, non considerando le relazioni di
2132 fase tra le componenti spettrali. Tale metodo, pertanto, fornisce sempre una valutazione
2133 cautelativa. Poiché le relazioni di fase hanno una rilevanza trascurabile dal punto di vista
2134 degli effetti termici, nel caso di esposizioni multi-frequenza o multi-sorgente a campi ad
2135 alte frequenze (effetti termici) la valutazione dell'esposizione si basa sul metodo della
2136 somma spettrale pura, ovvero senza tener conto delle fasi. Per tenere conto degli effetti
2137 dei segnali instabili, la durata della misura deve essere sufficientemente lunga per poter
2138 individuare, con una ragionevole probabilità, il valore di picco nel caso peggiore.

*Sorgenti indipendenti:
metodo della somma
spettrale*

2139 Nelle situazioni nelle quali le sorgenti non sono indipendenti (sorgenti con fase coerente)
2140 la valutazione basata sul metodo della somma spettrale risulta, di fatto, molto cautelativa
2141 e il TUS raccomanda la valutazione basata sul **metodo del picco ponderato** con
2142 filtraggio nel dominio del tempo (Cfr. § 3.1.1 - parte B, e § 4.3.2 - parte B). Tale metodo
2143 combina opportunamente i diversi contributi spettrali, pesando ognuno in rapporto al
2144 valore limite alla frequenza corrispondente, tenendo conto in modo appropriato anche
2145 delle rispettive fasi. In alternativa, possono essere applicate altre procedure di
2146 valutazione scientificamente provate e validate purché conducano a risultati
2147 approssimativamente equivalenti e comparabili (ad es. il metodo del picco ponderato con
2148 filtraggio nel dominio della frequenza). Le norme IEC 62311:2019 [33] e CEI EN 50413
2149 [24] forniscono ulteriori linee guida per tali casi.

*Sorgenti non
indipendenti:
metodo del picco
ponderato*

2150 Il risultato della valutazione dell'esposizione, condotta sulla base del metodo della
2151 somma spettrale o del metodo del picco ponderato, fornisce un indice di esposizione (IE)
2152 che, ai fini della verifica di conformità ai limiti, deve essere non superiore a 1 se calcolato
2153 in termini frazionari, ovvero non superiore a 100 se calcolato in termini percentuali.

*Indice di esposizione
IE*

2154 Per le **esposizioni multifrequenza**, le equazioni di sommatoria spettrale per il calcolo
2155 dell'IE sono sviluppate nel par. 3. Per le **esposizioni multi-sorgente**, la valutazione
2156 della conformità ai limiti è basata sul calcolo di un quoziente di esposizione (QE),
2157 concettualmente analogo all'IE delle esposizioni multifrequenza, le cui equazioni di
2158 calcolo sono riportate nel par. 4.

2159 Se non sono superati i VA (esposizione di carattere professionale) ovvero i LR⁽⁷⁾
2160 (esposizione della popolazione e/o esposizione di carattere non professionale) in
2161 conformità alle equazioni di sommatoria spettrale, anche i VLE (esposizione
2162 professionale) ovvero i LB (esposizione della popolazione e/o esposizione non
2163 professionale) non sono superati. Se sono superati i VLE ovvero i LB, in conformità alle
2164 equazioni ICNIRP di sommatoria, ciò non significa necessariamente un superamento
2165 effettivo dei VLE o dei LB. In tali casi possono essere necessarie ulteriori valutazioni per
2166 verificare la conformità in funzione dei VLE o dei LB, avvalendosi di altre procedure di
2167 valutazione quali, ad esempio, quelle fornite dalle norme CEI 50499 [25], CEI EN 50413
2168 [24], CEI EN 62311 [33] IEC 60990 [34], IEC TR 63167 [36] e dalla famiglia di norme
2169 IEC 62226 [35].

Nota bene.

La formula per il calcolo dell'indice di esposizione relativo al LR, utilizzata ai § 3.1.2 e 3.2.2, per la corrente di contatto riportata nell'allegato 4 alla Raccomandazione 1999/519/CE riprende la formula riportata dalle linee guida ICNIRP del 1998, che contiene un refuso per le frequenze fino a 10 MHz. L'ICNIRP ha pubblicato nel 1999 una versione emendata delle linee guida, in cui tale refuso è stato corretto. Nella presente Guida si riporta, pertanto, la formula corretta



2170

2171 **C.3 Esposizione simultanea a campi multifrequenza**

2172 **C.3.1 Gamma di frequenza compresa tra 1 Hz e 10 MHz (effetti di stimolazione)**

2173 La valutazione basata sulla sommatoria spettrale pura (senza includere alcuna
2174 informazione sulla fase) comporta quasi sempre una sovrastima dell'esposizione per i
2175 campi a banda larga (non sinusoidali) costituiti da componenti armoniche a frequenze
2176 più elevate o da rumore. Essa risulta, pertanto, sempre cautelativa, giacché le diverse
2177 componenti del campo non hanno necessariamente la stessa fase. Ignorare la relazione
2178 di fase equivale a presumere che le componenti del campo siano tutte in fase.

2179 **C.3.1.1 Esposizioni professionali**

2180 **A. Metodo della somma spettrale**

2181 All'interno dell'intervallo di frequenze tra 1 Hz e 10 MHz, il VLE è l'intensità di campo
2182 elettrico all'interno del corpo umano. L'approccio più semplice per dimostrare il rispetto
2183 dei VLE è quello di verificare il rispetto dei VA riportati nella Tab.4 oppure TUS,
2184 Allegato XXXVI, Parte II, Tab. B1 e B2 [1].

*CAMPI
MULTIFREQUENZA
Senza includere la
fase*

(7) Si ricorda che per le 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) si applicano i limiti fissati dalla legge quadro 36/2001 e dai relativi decreti attuativi (DPCM 2003 AF, BF e s.m.i.) (Cfr. Cap.6).

2185 Per la verifica del rispetto dei **VA_{inf} (E) per l'intensità del campo elettrico ambientale**
 2186 (Tab. 4 oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tab. B1) dovrà essere applicata la
 2187 seguente disequazione:

$$2188 \quad \sum_{i=1 \text{ Hz}}^{<3 \text{ kHz}} \frac{E_i}{E_{I,i}} + \sum_{i=3 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1$$

2189 dove

2190 E_i è l'intensità (valore efficace imperturbato) del campo elettrico ambientale [V m⁻¹] alla
 2191 i -esima frequenza;

2192 $E_{I,i}$ è il VA_{inf} (E) per l'intensità del campo elettrico ambientale [V m⁻¹] alla i -esima
 2193 frequenza come indicato nella Tab. B1 dell'Allegato XXXVI, Parte II del TUS;

2194 a è pari a 170 [V m⁻¹].

2195 Per la verifica del rispetto dei **VA_{sup} (E) per l'intensità del campo elettrico ambientale**
 2196 (Tab.4 oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tab.B1) dovrà essere applicata la seguente
 2197 disequazione:

Verifica VA_{sup} (E)

$$2198 \quad \sum_{i=1 \text{ Hz}}^{<1.64 \text{ kHz}} \frac{E_i}{E_{S,i}} + \sum_{i=1.64 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{E_i}{b} \leq 1$$

2199 dove

2200 E_i è l'intensità (valore efficace imperturbato) del campo elettrico ambientale [V m⁻¹] alla
 2201 i -esima frequenza;

2202 $E_{S,i}$ è il VA_{sup}(E) per l'intensità del campo elettrico ambientale [V m⁻¹] alla i -esima
 2203 frequenza come indicato nel TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tab. B1;

2204 b è pari a 610 [Vm⁻¹].

2205 Per la verifica del rispetto dei **VA_{inf} (B) per il campo magnetico ambientale** (Tab.4
 2206 oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tab. B2) dovrà essere applicata la seguente
 2207 disequazione:

Verifica VA_{inf} (B)

$$2208 \quad \sum_{i=1 \text{ Hz}}^{<3 \text{ kHz}} \frac{B_i}{B_{I,i}} + \sum_{i=3 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{B_i}{c} \leq 1$$

2209 dove

2210 B_i è l'intensità dell'induzione magnetica ambientale [μT] alla i -esima frequenza;

2211 $B_{I,i}$ è il VA_{inf}(B) per l'induzione magnetica ambientale [μT] alla i -esima frequenza come
 2212 indicato nella Tab. B2 della Parte II dell'Allegato XXXVI al TUS;

2213 c è pari a 100 μT.

2214 Per la verifica del rispetto dei **VA_{sup}(B) per il campo magnetico ambientale** (Tab.4
 2215 oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tab. B2) dovrà essere applicata la seguente
 2216 disequazione:

Verifica VA_{sup} (B)

$$2217 \quad \sum_{i=1 \text{ Hz}}^{<3 \text{ kHz}} \frac{B_i}{B_{S,i}} + \sum_{i=3 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{B_i}{c} \leq 1$$

2218 dove

2219 B_i è l'intensità dell'induzione magnetica ambientale [μT] alla i -esima frequenza;

2220 $B_{S,i}$ è il VA_{sup}(B) per l'induzione magnetica ambientale [μT] alla i -esima frequenza come
 2221 indicato nella Tab. B2 della Parte II dell'Allegato XXXVI del TUS;

2222 c è pari a 100 μT.

2223 Per la verifica del rispetto dei VA (B) per l'**esposizione localizzata degli arti** (Tab.4
2224 oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tab. B2) per il campo magnetico ambientale dovrà
2225 essere applicata la seguente disequazione:

Verifica VA(B)
Per esposizione
localizzata degli
arti

$$2226 \quad \sum_{i=1}^{<3 \text{ kHz}} \frac{B_i}{B_{A,i}} + \sum_{i=3 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{B_i}{d} \leq 1$$

2227 dove

2228 B_i è l'intensità dell'induzione magnetica ambientale [μT] alla i -esima frequenza;

2229 $B_{A,i}$ è il VA relativo all'esposizione localizzata degli arti per l'induzione magnetica
2230 ambientale [μT] alla i -esima frequenza come indicato nella Tab.4 oppure TUS,
2231 Allegato XXXVI, Parte II, Tab. B2;

2232 d è pari a 300 μT .

2233 Per la verifica del rispetto dei VA per le **correnti di contatto** (Tab.4 oppure TUS,
2234 Allegato XXXVI, Parte II, Tab. B3), si applica la seguente disequazione:

Verifica VA (I_c)

$$2235 \quad \sum_{i=1}^{<10 \text{ MHz}} \frac{I_i}{I_{C,i}} + \sum_{i=100 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{I_i}{e} \leq 1$$

2236 dove

2237 I_i è la corrente di contatto [mA] alla i -esima frequenza

2238 $I_{C,i}$ è il VA (I_c) per la corrente di contatto [mA] alla i -esima frequenza come indicato nella
2239 Tab.4 oppure nel TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tab. B3.

2240 e è pari a 40 mA .

2241 B. Metodo del picco ponderato nel dominio del tempo

2242 In caso di segnali non sinusoidali, una valutazione più accurata dell'esposizione
2243 dovrebbe considerare anche le informazioni sulla fase, applicando il metodo del picco
2244 ponderato come specificato nella Parte II dell'Allegato XXXVI al TUS [1].

CAMPI
MULTIFREQUENZA
Con inclusione
della fase

2245 Il metodo del picco ponderato consiste nel sommare i contributi spettrali della grandezza
2246 considerata pesando ciascuna componente spettrale in rapporto al pertinente limite (VA o
2247 VLE) alla frequenza corrispondente e tenendo conto in modo appropriato anche delle
2248 rispettive fasi. L'ampiezza della forma d'onda del segnale misurato (nel caso di confronto
2249 con i VA) o calcolato (nel caso di confronto con i VLE) è ponderata dai pertinenti limiti
2250 dipendenti dalla frequenza tramite una funzione basata sul filtraggio nel dominio del tempo.
2251 Il TUS ammette anche altre procedure di valutazione scientificamente provate e
2252 convalidate, purché conducano a risultati approssimativamente equivalenti e comparabili.

2253 L'ampiezza di picco della forma d'onda ponderata fornisce l'**indice di esposizione** (IE). Al
2254 fine di garantire la conformità ai limiti, il valore di IE, calcolato nel dominio del tempo
2255 come descritto dalla seguente equazione, deve essere inferiore a 1 se calcolato in termini
2256 frazionari, ovvero inferiore a 100 se calcolato in termini percentuali

Indice di esposizione
IE

$$2257 \quad IE = \left| \sum_i \frac{A_i}{L_i} \cos(2\pi f_i \cdot t + \theta_i + \varphi_i) \right| \leq 1$$

2258 dove

2259 A_i è l'ampiezza del campo ambientale alla i -esima frequenza di emissione f [Hz];

2260 L_i è il pertinente limite di esposizione (VA o VLE) alla i -esima frequenza di emissione f [Hz];

2261 t è il tempo [s];

2262 θ_i è l'angolo di fase del campo alla i -esima frequenza di emissione f [Hz];

2263 φ_i è l'angolo di fase del filtro alla i -esima frequenza di emissione f [Hz]

2264 C.3.1.2 Esposizioni non professionali

2265 Per le esposizioni non professionali si applicano i limiti per la protezione della
2266 popolazione della legislazione vigente (Cfr. § 8.2), cioè i limiti del DPCM BF [5], che
2267 recepisce le restrizioni della Raccomandazione del Consiglio 1999/519/CE e fissa
2268 ulteriori restrizioni per le esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete
2269 (50Hz) generati dagli elettrodomesti.

2270 Con riferimento alla stimolazione elettrica, che è significativa da 1 Hz a 10 MHz, il LB è
2271 stabilito limitando la densità di corrente J [mA m⁻²] indotta all'interno del corpo umano
2272 (Allegato II alla Raccomandazione 1999/519/CE) [18]. L'approccio più semplice per
2273 dimostrare il rispetto dei LB prevede di verificare il rispetto dei pertinenti LR, riportati
2274 nella Tab. 2 dell'Allegato III alla Raccomandazione 1999/519/CE.

2275 Per la verifica del rispetto dei LR relativi ai **campi ambientali**, per le frequenze fino a 10
2276 MHz i livelli dei campi ambientali devono essere sommati in base alle seguenti formule
2277 (Allegato IV alla Raccomandazione 1999/519/CE):

$$2278 \sum_{i=1 \text{ Hz}}^{1 \text{ MHz}} \frac{E_i}{E_{L,i}} + \sum_{i>1 \text{ MHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1$$

$$2279 \sum_{j=1 \text{ Hz}}^{150 \text{ kHz}} \frac{H_j}{H_{L,j}} + \sum_{j>150 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1$$

2280 dove

2281 E_i è l'intensità (valore efficace imperturbato) del campo elettrico ambientale [V m⁻¹] alla
2282 i -esima frequenza di emissione f [Hz];

2283 $E_{L,i}$ è il LR dell'intensità del campo elettrico ambientale [V m⁻¹] di cui alla Tab. 2
2284 dell'allegato III della Raccomandazione 1999/519/CE alla corrispondente frequenza;

2285 H_j è l'intensità del campo magnetico ambientale [A m⁻¹] alla j -esima frequenza di
2286 emissione f [Hz];

2287 $H_{L,j}$ è il LR dell'intensità del campo magnetico ambientale [A m⁻¹] di cui alla Tab. 2
2288 dell'allegato III della Raccomandazione 1999/519/CE alla corrispondente frequenza;

2289 a è pari a 87 V m⁻¹ (Raccomandazione 1999/519/CE)

2290 b è pari a 5 A m⁻¹ (corrispondente a 6,25 µT per l'induzione magnetica)
2291 (Raccomandazione 1999/519/CE)

2292 Allo scopo di evitare i rischi dovuti alle correnti di contatto da oggetti conduttori, per le
2293 frequenze fino a 10 MHz si raccomandano LR addizionali per le correnti di contatto,
2294 riportati nella Tab. 3 dell'Allegato III alla Raccomandazione 1999/519/CE [18].

2295 Per la verifica del rispetto dei LR per la **corrente di contatto**, per le frequenze fino a
2296 10 MHz si deve applicare la seguente formula:

$$2297 \sum_{k=1 \text{ Hz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{I_k}{I_{C,k}} \leq 1$$

2298 dove

2299 I_k è la componente della corrente di contatto [mA] alla k -esima frequenza di
2300 emissione f [Hz];

2301 $I_{C,k}$ è il LR per la corrente di contatto [mA] di cui alla Tab. 3 dell'allegato III della
2302 Raccomandazione 1999/519/CE alla corrispondente frequenza.

Verifica dei livelli di riferimento - LR

2303 C.3.2 Gamma di frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz (effetti termici)

2304 Nella gamma di frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz (effetti termici) le relazioni
2305 di fase tra le diverse componenti spettrali di fatto non hanno rilevanza, in quanto gli effetti
2306 relativi all'esposizione sono dovuti al riscaldamento dei tessuti indotto dalla deposizione
2307 di energia. Pertanto, la valutazione dell'esposizione a segnali multifrequenza si effettua
2308 attraverso la somma spettrale quadratica dell'ampiezza dei campi misurati o calcolati alle
2309 diverse frequenze normalizzati rispetto ai pertinenti VA alle corrispondenti frequenze,
2310 ovvero attraverso la somma spettrale lineare dei valori, misurati o calcolati, del tasso di
2311 assorbimento specifico (SAR) o densità di potenza (S) o, nel caso di campi pulsati,
2312 dell'assorbimento specifico (SA), normalizzati rispetto ai pertinenti VLE alle
2313 corrispondenti frequenze.

*Somma spettrale
quadratica o
lineare*

2314 C.3.2.1 Esposizioni professionali

2315 All'interno dell'intervallo di frequenze tra 100 kHz e 6 GHz, il VLE per gli effetti sanitari
2316 (VLE_{san}) è il tasso di assorbimento specifico, cioè la potenza assorbita per unità di massa
2317 di tessuto corporeo (SAR [W kg⁻¹]) derivante da esposizione a campi elettromagnetici.

2318 Per le frequenze tra 300 MHz e 6 GHz, il VLE per gli effetti sensoriali (VLE_{sens}) connesso
2319 alla prevenzione di effetti uditivi provocati da esposizioni della testa a microonde
2320 pulsate è l'energia assorbita per ogni massa (10 g) di tessuto all'interno della testa (SA,
2321 [mJ kg⁻¹]).

2322 Per le frequenze superiori a 6 GHz, il VLE_{san} è la densità di potenza (S, [W m⁻²]) della
2323 radiazione elettromagnetica incidente sulla superficie corporea.

2324 Per queste gamme di frequenze, sono definiti i relativi VA riportati nella Tab.6 oppure
2325 nelle tabelle B1 e B2 nella parte III dell'Allegato XXXVI al TUS [1].

*Verifica dei Valori
di Azione - VA*

2326 Per la verifica del rispetto dei VA per l'intensità del campo elettrico ambientale (Tab.6
2327 oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte III, Tab. B1) dovrà essere applicata la seguente
2328 disequazione:

Verifica VA (E)1

$$2329 \sum_{i=100 \text{ kHz}}^{300 \text{ GHz}} \left(\frac{E_i}{E_{L,i}} \right)^2 \leq 1$$

2330 dove

2331 E_i è l'intensità (valore efficace imperturbato) del campo elettrico ambientale [V m⁻¹] alla
2332 i -esima frequenza mediato per ogni periodo di sei minuti;

2333 $E_{L,i}$ è il VA per l'intensità del campo elettrico [V m⁻¹] alla i -esima frequenza come indicato
2334 nella Tab.6 oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte III, Tab. B1.

2335 Per la verifica del rispetto dei VA (B) per l'induzione magnetica ambientale (Tab.6
2336 oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte III, Tab. B1) dovrà essere applicata la seguente
2337 disequazione:

Verifica VA (B)

$$2338 \sum_{i=100 \text{ kHz}}^{300 \text{ GHz}} \left(\frac{B_i}{B_{L,i}} \right)^2 \leq 1$$

2339 dove

2340 B_i è l'intensità dell'induzione magnetica ambientale alla i -esima frequenza [μT] mediata
2341 per ogni periodo di sei minuti;

2342 $B_{L,i}$ è il VA per l'induzione magnetica [μT] alla i -esima frequenza come indicato nella
2343 Tab.6 oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte III, Tab. B1.

2344 Per la verifica del rispetto dei VA per le **correnti indotte attraverso gli arti** VA (I_L) e le
 2345 **correnti di contatto** VA (I_C), riportati nella Tab.6 oppure Tab. B2 nella parte III
 2346 dell'Allegato XXXVI al TUS [1], si applicano, rispettivamente, le due seguenti
 2347 disequazioni:

Verifica VA (I_L)
 VA (I_C)

$$\sum_{i=10 \text{ MHz}}^{110 \text{ MHz}} \left(\frac{I_i}{I_{A,i}} \right)^2 \leq 1$$

$$\sum_{j=100 \text{ kHz}}^{<10 \text{ MHz}} \frac{I_j}{b} + \sum_{j=10 \text{ MHz}}^{110 \text{ MHz}} \frac{I_j}{I_{C,j}} \leq 1$$

2350 dove

2351 I_i è la componente della corrente indotta attraverso l'arto [mA] alla frequenza i -esima;

2352 $I_{A,i}$ è il VA per la corrente indotta attraverso l'arto [mA] alla frequenza i -esima come
 2353 indicato nella Tab.6 oppure nella Tab. B2 della parte III dell'allegato XXXVI al TUS;

2354 I_j è la componente della corrente di contatto [mA] alla frequenza j -esima;

2355 $I_{C,j}$ è il VA per la corrente di contatto [mA] alla frequenza j -esima come indicato nella
 2356 Tab. B2 della parte III dell'allegato XXXVI al TUS.

2357 **3.2.2 Esposizioni non professionali**

2358 Per le esposizioni non professionali si applicano i limiti per la protezione della
 2359 popolazione della legislazione vigente (Cfr. § 8.2), ovvero i limiti del DPCM AF [4], che
 2360 recepisce le restrizioni della Raccomandazione del Consiglio 1999/519/CE e fissa
 2361 ulteriori restrizioni per le sorgenti riconducibili ai sistemi fissi radiotelevisivi e di
 2362 telecomunicazione.

2363 All'interno dell'intervallo di frequenze tra 100 kHz e 10 GHz, il LB per gli effetti termici è
 2364 la potenza assorbita per unità di massa di tessuto corporeo (SAR, [W kg⁻¹]), derivante
 2365 da esposizione a CEM.

2366 Per le frequenze superiori a 10 GHz, il LB per gli effetti termici è la densità di potenza (S
 2367 [W m⁻²]) della radiazione elettromagnetica incidente sulla superficie corporea.

2368 L'approccio più semplice per dimostrare il rispetto dei pertinenti LB è quello di verificare
 2369 il rispetto dei relativi LR riportati nella Tab. 2 dell'Allegato III alla Raccomandazione
 2370 1999/519/CE [18].

Verifica dei Livelli di
 Riferimento - LR

2371 Per gli effetti termici, a partire da 100 kHz, i livelli di campo devono soddisfare le due
2372 seguenti disequazioni:

$$2373 \quad \sum_{i=100 \text{ kHz}}^{1 \text{ MHz}} \left(\frac{E_i}{c} \right)^2 + \sum_{i>1 \text{ MHz}}^{300 \text{ GHz}} \left(\frac{E_i}{E_{L,i}} \right)^2 \leq 1$$

2374 e

$$2375 \quad \sum_{i=100 \text{ kHz}}^{150 \text{ kHz}} \left(\frac{H_j}{d} \right)^2 + \sum_{j>150 \text{ kHz}}^{300 \text{ GHz}} \left(\frac{H_j}{H_{L,j}} \right)^2 \leq 1$$

2376 dove

2377 E_i è l'intensità (valore efficace imperturbato) del campo elettrico ambientale [V m^{-1}] alla
2378 i -esima frequenza;

2379 $E_{L,i}$ è il livello di riferimento dell'intensità del campo elettrico [V m^{-1}] di cui alla Tab. 2
2380 dell'Allegato III del TUS;

2381 H_j è l'intensità del campo magnetico [A m^{-1}] alla frequenza j -esima;

2382 $H_{L,j}$ è il livello di riferimento dell'intensità del campo magnetico [A m^{-1}] di cui alla Tab. 2
2383 dell'allegato III del TUS;

2384 c è pari a $87 / f^{1/2}$ [V m^{-1}];

2385 d è pari a $0,73 / f$ [V m^{-1}].

2386 Allo scopo di evitare i rischi dovuti alle **correnti di contatto** e alle **correnti indotte**
2387 **attraverso gli arti**, per le frequenze fino a 110 MHz si raccomandano LR addizionali per
2388 le correnti di contatto da oggetti conduttori e per le correnti indotte attraverso gli arti,
2389 riportati nella Tab. 3 dell'Allegato III alla Raccomandazione 1999/519/CE [18].

Verifica $LR(I_L)$
 $LR(I_C)$

2390 Per la verifica del rispetto dei LR per la corrente indotta su un arto e per la corrente di
2391 contatto si devono applicare, rispettivamente, le due seguenti disequazioni:

$$2392 \quad \sum_{i=10 \text{ MHz}}^{110 \text{ MHz}} \left(\frac{I_i}{I_{L,i}} \right)^2 \leq 1$$

$$2393 \quad \sum_{j=100 \text{ kHz}}^{110 \text{ MHz}} \left(\frac{I_j}{I_{C,j}} \right)^2 \leq 1$$

2394 dove

2395 I_i è la componente della corrente indotta attraverso l'arto [mA] alla frequenza i -esima;

2396 $I_{L,i}$ è il livello di riferimento per la corrente indotta attraverso l'arto, pari a 45 mA,
2397 dell'Allegato III alla Raccomandazione 1999/519/CE ;

2398 I_j è la componente della corrente di contatto [mA] alla frequenza j -esima;

2399 $I_{C,j}$ è il livello di riferimento per la corrente di contatto [mA] alla frequenza j -esima di cui
2400 alla Tab. 3 dell'Allegato III.

2401 **C.4 Esposizione simultanea a sorgenti multiple**

2402 L'approccio proposto nel seguente paragrafo è coerente con le indicazioni riportate
2403 nell'Allegato D alla norma tecnica CEI EN 50499:2019 [25].

2404 **C.4.1 Termini e definizioni**

2405 **C.4.1.1 Quoziente di esposizione (QE)**

2406 In caso di esposizione simultanea a sorgenti multiple, si considera per ciascuna sorgente
2407 che contribuisce all'esposizione un quoziente di esposizione (QE). Esso è definito come
2408 sommatoria sulla gamma di frequenze dei quozienti calcolati come rapporto tra il livello
2409 di esposizione a una data frequenza (misurato, calcolato o ricavato da dati disponibili) e
2410 il relativo limite di esposizione a quella frequenza:

2411
$$QE = \sum_i \frac{(\text{Livello di esposizione})_i}{(\text{Limite di esposizione})_i}$$

2412 Il QE può essere riferito ai VA o ai VLE per l'esposizione di carattere professionale,
2413 ovvero ai LR o LB per l'esposizione della popolazione o l'esposizione di carattere
2414 non professionale. Esso può essere espresso in termini frazionari (QE) o percentuali
2415 (QE % = QE*100 %) attraverso le equazioni descritte nei paragrafi seguenti.

2416 **C.4.1.2 Quoziente di esposizione totale (QET)**

2417 Si definisce quoziente di esposizione totale (QET) il risultato della sommatoria dei
2418 quozienti di esposizione (sia quelli basati sui VA o LR, sia quelli basati sui VLE o LB)
2419 dell'apparecchiatura che causa l'esposizione in un qualsiasi luogo specifico. Esso può
2420 essere espresso in termini frazionari (QET) o percentuali (QET %).

2421 **C.4.2 Approccio del quoziente di esposizione totale (QET)**

2422 Si tratta di un approccio semplificato di tipo cautelativo per dimostrare la conformità delle
2423 condizioni di esposizione simultanea a sorgenti multiple. Il QET è il risultato della
2424 sommatoria dei QE attribuiti alle singole apparecchiature o sorgenti.

2425 L'approccio del QET consente al DL di eseguire una semplice sommatoria dei contributi
2426 generati da diverse apparecchiature, anche se le valutazioni delle singole
2427 apparecchiature sono state condotte su basi diverse (VA o VLE, ovvero LR o LB) rispetto
2428 a diversi limiti di esposizione (esposizione di carattere professionale, esposizione della
2429 popolazione o esposizione non di carattere professionale).

2430 L'approccio del QET non è obbligatorio, ma rappresenta un metodo semplificato per
2431 dimostrare la conformità ai VLE fissati dall'Allegato XXXVI al TUS [1], ovvero ai LB della
2432 Raccomandazione 1999/519/CE [18]. Il DL può anche avvalersi di altre procedure di
2433 valutazione quali, ad esempio, quelle fornite dalle norme CEI EN 50413:2019 [24] o IEC
2434 EN 62311:2019 [33], ovvero di altri metodi di valutazione appropriati.

2435 L'approccio del QET è rivolto alla sommatoria delle esposizioni da sorgenti multiple. La
2436 sommatoria per il calcolo del QET non dovrebbe includere i dispositivi o le sorgenti
2437 giustificate riportate nella Tab. 1 della norma EN 50499:2019 [25], che quindi non
2438 concorrono al calcolo del QET.

2439 L'approccio del QET può essere utilizzato solo per dimostrare la conformità della
2440 condizione di esposizione ai pertinenti limiti di esposizione, ma non per dimostrare la
2441 non conformità.

2442 C.4.3 QE per una singola apparecchiatura o sorgente

2443 C.4.3.1 Conseguimento o calcolo del QE per una singola apparecchiatura o 2444 sorgente

2445 Il QE o le informazioni sul livello specifico di esposizione possono essere ottenute
2446 direttamente dai fornitori dell'apparecchiatura. Solitamente esse sono indicate per una o
2447 più distanze specifiche, che rappresentano l'uso normale dell'apparecchiatura
2448 interessata o l'impiego definito nelle rispettive istruzioni d'uso tra cui la corretta
2449 manutenzione. Dovrebbero essere presi in considerazione anche i contributi del
2450 cablaggio e altri aspetti di un'installazione, per i quali potrebbe essere necessario
2451 definire QE separati.

2452 Potrebbero inoltre essere disponibili al pubblico informazioni su tipi comuni di
2453 apparecchiature. È opportuno accertarsi che queste informazioni siano state ottenute da
2454 una fonte affidabile come, ad esempio, da una pubblicazione sottoposta a un gruppo di
2455 revisori, da un'autorità nazionale o internazionale, oppure da una fonte il cui uso possa
2456 essere giustificato dal datore di lavoro.

2457 Qualora dalle informazioni disponibili risulti solo che l'apparecchiatura rispetta i limiti di
2458 esposizione ai CEM per i lavoratori specificati nell'allegato XXXVI al TUS [1], il QE deve
2459 essere ipotizzato pari a 1, in modo da rappresentare le condizioni del caso peggiore.

QE=1

2460 Analogamente, qualora dalle informazioni disponibili risulti solo che l'apparecchiatura
2461 rispetta i limiti di esposizione per la popolazione (esposizione non di carattere
2462 professionale) riportati nella Raccomandazione del Consiglio 1999/519/CE,
2463 l'apparecchiatura dovrebbe essere inclusa tra le sorgenti conformi a priori riportate nella
2464 Tab. 1 della norma CEI EN 50499 [25], e il QE deve essere ipotizzato pari a 0.

QE=0

2465 Se non sono disponibili informazioni sul QE per una specifica apparecchiatura, esso può
2466 essere calcolato dai livelli di emissione misurati.

2467 C.4.3.2 Calcolo del QE per una singola apparecchiatura o sorgente dalle 2468 emissioni misurate o dai livelli di esposizione – effetti di stimolazione 2469 (1 Hz – 10 MHz)

2470 Il QE di un singolo apparato o sorgente può essere calcolato mediante uno dei due
2471 approcci descritti nei paragrafi seguenti.

2472 Il primo approccio prevede una valutazione basata sulla sommatoria dei QE senza
2473 includere alcuna informazione sulla fase. Ciò comporta quasi sempre una sovrastima
2474 dell'esposizione per i campi non sinusoidali costituiti da molteplici componenti
2475 armoniche.

2476 Il secondo approccio, basato sul metodo del picco ponderato, prevede una sommatoria
2477 che considera anche le informazioni sulla fase e, quindi, consente una valutazione più
2478 accurata dell'esposizione.

2479 A. Metodo della sommatoria dei QE

2480 Il QE di un singolo apparato o sorgente per le basse frequenze QE_{BF} , calcolato sulla
2481 base della valutazione condotta rispetto ai diversi limiti di esposizione (VA o VLE, ovvero
2482 LR o LB) è definito dalla seguente equazione:

$$2483 \quad QE_{BF} = \sum_{i=1 \text{ Hz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{F_i}{F_{L,i}}$$

2484 dove

2485 F_i è il livello di esposizione (intensità di campo o corrente o densità di corrente) alla i -
2486 esima frequenza di emissione f (Hz);

2487 $F_{L,i}$ è il pertinente limite di esposizione a quella frequenza.

2488 **B. Metodo del picco ponderato nel dominio del tempo**

2489 Nelle situazioni nelle quali le sorgenti non sono indipendenti (sorgenti con fase coerente)
 2490 una valutazione più accurata dell'esposizione dovrebbe considerare anche le
 2491 informazioni sulla fase. Il metodo del picco ponderato andrebbe applicato come
 2492 specificato nella Parte II dell'Allegato XXXVI al TUS [1]. L'ampiezza della forma d'onda
 2493 del segnale misurato è ponderata da VA ovvero VLE dipendenti dalla frequenza. La
 2494 funzione peso dovrebbe avere una risposta in frequenza (funzione di trasferimento WL)
 2495 che corrisponde con la risposta in frequenza del pertinente limite di esposizione
 2496 (funzione VL), così che la sommatoria e la ponderazione delle componenti spettrali
 2497 avvengano nel dominio del tempo.

Funzione peso
WL_i

$$2498 \quad WL_i = \frac{1}{\sqrt{2} VL_i}$$

2499 dove:

2500 WL_i è la funzione peso del filtro alla *i*-esima frequenza di emissione *f* [Hz];

2501 VL_i è il pertinente limite di esposizione alla *i*-esima frequenza di emissione *f* [Hz].

2502 Il QE di un singolo apparato o sorgente, per le basse frequenza QE_{BF}, calcolato sulla
 2503 base della valutazione condotta con il metodo del picco ponderato nel dominio del tempo
 2504 secondo i pertinenti limiti di esposizione (VA o VLE), è definito dalla seguente equazione:

QE_{BF}

$$2505 \quad QE_{BF} = \max \left| \sum_i WL_i \cdot F_i \cos(2\pi f_i \cdot t + \theta_i + \varphi_i) \right|$$

2506 dove:

2507 F_i è l'ampiezza del campo alla *i*-esima frequenza di emissione *f* [Hz], espresso in
 2508 valore di picco (cioè il valore efficace dell'*i*-esima componente armonica moltiplicato
 2509 per √2);

2510 WL_i è la funzione peso del filtro alla *i*-esima frequenza di emissione *f* [Hz];

2511 VL_i è il pertinente limite di esposizione alla *i*-esima frequenza di emissione *f* [Hz].

2512 *t* è il tempo [s];

2513 θ_i è l'angolo di fase del campo alla *i*-esima frequenza di emissione *f* [Hz];

2514 φ_i è l'angolo di fase del filtro *i*-esima frequenza di emissione *f* [Hz].

2515 **C.4.3.3 Calcolo del QE per una singola apparecchiatura o sorgente**
 2516 **dalle emissioni misurate o dai livelli di esposizione – effetti termici**
 2517 **(100 kHz – 300 GHz)**

2518 Il QE di un singolo apparato o sorgente, alle alte frequenza QE_{AF} , sulla base della QE_{AF}
 2519 valutazione condotta rispetto ai diversi limiti di esposizione (VA o VLE, ovvero LR o LB),
 2520 è definito da una delle seguenti equazioni:

2521
$$QE_{AF} = \sum_{i=100 \text{ kHz}}^{300 \text{ GHz}} \left(\frac{F_i}{F_{L,i}} \right)^2$$

2522 oppure

2523
$$QE_{AF} = \sum_{i=100 \text{ kHz}}^{300 \text{ GHz}} \frac{S_i}{S_{L,i}}$$

2524 dove:

2525 F_i è il livello di esposizione (intensità di campo o densità corrente) alla i -esima
 2526 frequenza di emissione f [Hz];

2527 $F_{L,i}$ è il pertinente limite di esposizione a quella frequenza;

2528 S_i è il livello di esposizione (densità di potenza o tasso d'assorbimento specifico) alla
 2529 i -esima frequenza di emissione f [Hz];

2530 $S_{L,i}$ è il pertinente limite di esposizione a quella frequenza.

2531 **C.4.4 Combinazione dei QE di diverse apparecchiature in un quoziente di**
 2532 **esposizione totale (QET)**

2533 Il QET totale per le esposizioni simultanee a sorgenti multiple è il risultato della
 2534 sommatoria dei QE calcolati per le singole apparecchiature o sorgenti che contribuiscono
 2535 all'esposizione.

2536 Il calcolo del QET può essere condotto secondo due approcci con due diversi livelli di
 2537 complessità:

2538 – calcolo del QET totale sull'intera banda di frequenza (0 Hz – 300 GHz) trascurando
 2539 le diverse basi fisiologiche dell'esposizione ai CEM (valutazione semplice, vedasi
 2540 successivo § 4.4.1);

2541 – calcolo separato dei QET nella gamma delle basse frequenze – in cui sono presenti
 2542 gli effetti di stimolazione (vedasi successivo § 4.4.2) – e nella gamma delle alte
 2543 frequenze – in cui sono presenti gli effetti termici (vedasi successivo § 4.4.3) –,
 2544 nonché nella gamma delle frequenze intermedie – in cui sono presenti sia gli effetti
 2545 di stimolazione che quelli termici (successivo § 4.4.4).

2546 Il primo approccio, unico QET, calcolato sull'intera banda di frequenza, semplifica
 2547 notevolmente la valutazione dei contributi provenienti da sorgenti diverse; esso può
 2548 essere utilizzato per dimostrare rapidamente la conformità ai pertinenti limiti di
 2549 esposizione se i livelli di esposizione associati a ciascuna sorgente sono molto al di sotto
 2550 dei relativi limiti (VA, VLE, ovvero LR, LB). Tale semplificazione potrebbe tuttavia
 2551 risultare penalizzante in molti casi, per cui sarebbe consigliabile il calcolo separato dei
 2552 QET per le alte e per le basse frequenze.

2553 I vantaggi del calcolo separato dei QET per le basse e le alte frequenze risiedono nel
 2554 fatto che ciò rappresenta un'approssimazione più accurata.

2555 **I risultati della sommatoria per la valutazione del QET sono sempre cautelativi,**
 2556 **giacché i contributi delle diverse sorgenti di esposizione non hanno**
 2557 **necessariamente la stessa fase.**

2558 **C.4.4.1 Valutazione semplice del QET sull'intera banda di frequenza** 2559 **(0 Hz – 300 GHz)**

2560 Nella sua forma più semplice e cautelativa, la valutazione del QET si effettua sommando
2561 i singoli QE di ogni sorgente o apparecchiatura che contribuisce all'esposizione a
2562 prescindere dal regime di frequenza. La relativa equazione è riportata di seguito:

$$2563 \quad QET = \sum_{n=1}^N QE_n$$

2564 dove:

2565 N è il numero totale di apparecchiature o sorgenti;

2566 QE_n è il QE della n -esima apparecchiatura o sorgente, convertito in una frazione
2567 decimale, riferito a un qualsiasi metodo di valutazione.

2568 Per esempio, si consideri una situazione nella quale un lavoratore subisce l'esposizione
2569 di quattro apparecchiature: il QE di ognuna è, rispettivamente, 25%, 0,1, 1/20 e 1/25.
2570 La conversione di tali valori in frazioni decimali e il calcolo determinerebbero un
2571 $QET = 0,25 + 0,1 + 0,05 + 0,04 = 0,44$. In alternativa, la conversione delle stesse
2572 potrebbe essere espressa in valori percentuali ($QET = 25\% + 10\% + 5\% + 4\% = 44\%$)

Esempio 1

2573 Come secondo esempio si consideri una situazione nella quale un lavoratore subisce
2574 l'esposizione di quattro apparecchiature, il cui QE è, rispettivamente, 0,6, 0,3, 0,2 e 0,1.
2575 In questo caso il QET è pari a 1,2.

Esempio 2

2576 La semplice equazione sopraindicata per la valutazione del QET produce un risultato
2577 molto cautelativo. Essa è riportata per svolgere facili valutazioni di semplici situazioni di
2578 esposizione. Qualora tale equazione determini un QET superiore a 1, non significa
2579 necessariamente che l'esposizione sia superiore ai limiti, significa solo che è necessario
2580 svolgere una valutazione più complessa.

2581 Per una determinazione più realistica del QET non è appropriato sommare tra loro
2582 esposizioni a diversi regimi di frequenze, i cui limiti sono basati su effetti di natura diversa
2583 (effetti di stimolazione alle basse frequenze ed effetti termici alle alte frequenze). I regimi
2584 a frequenze diverse dovrebbero essere valutati separatamente.

2585 **C.4.4.2 Valutazione alle basse frequenze – effetti di stimolazione (1 Hz – 10 MHz)**

2586 Il QET alle basse frequenze, QET_{BF} , è definito dalla seguente equazione, sulla base della
2587 valutazione condotta rispetto ai diversi limiti di esposizione (VA o VLE per le esposizioni
2588 professionali, ovvero LR o LB per le esposizioni non professionali):

$$2589 \quad QET_{BF} = \sum_{n=1}^N QE_{VA,BF,n} + \sum_{m=1}^M QE_{VLE,BF,m}$$

2590 dove:

2591 N è il numero di apparecchiature o sorgenti valutate secondo i VA (ovvero
2592 secondo i LR);

2593 M è il numero di apparecchiature o sorgenti valutate secondo i VLE (ovvero
2594 secondo i LB);

2595 $QE_{VA,BF,n}$ è il QE della n -esima apparecchiatura o sorgente, convertito in una frazione
2596 decimale, valutato secondo i VA (ovvero secondo i LR);

2597 $QE_{VLE,BF,m}$ è il QE della m -esima apparecchiatura o sorgente, convertito in una frazione
2598 decimale, valutato secondo i VLE (ovvero secondo i LB).

2599 Al fine di garantire la conformità della condizione di esposizione ai pertinenti limiti di
2600 esposizione, il QET_{BF} dovrebbe essere non superiore a 1. Qualora risulti un QET_{BF}
2601 superiore a 1, non significa necessariamente che l'esposizione sia superiore ai limiti,
2602 bensì che è necessario svolgere una valutazione più complessa.

2603 La stessa apparecchiatura non dovrebbe essere valutata come $QE_{VA,BF,n}$ e allo stesso
2604 tempo come $QE_{VLE,BF,m}$, in quanto $QE_{VA,BF,n}$ e $QE_{VLE,BF,m}$ sono modi diversi di valutare la
2605 stessa emissione in relazione, rispettivamente, ai VA (o i LR) o ai VLE (o i LB).

2606 **C.4.4.3 Valutazione alle alte frequenze – effetti termici (100 kHz – 300 GHz)**

2607 Il QET alle alte frequenze, QET_{AF} , è definito dalla seguente equazione, sulla base della
2608 valutazione condotta rispetto ai diversi limiti di esposizione (VA o VLE per le esposizioni
2609 professionali, ovvero LR o LB per le esposizioni non professionali):

$$2610 \quad QET_{AF} = \sum_{n=1}^N QE_{VA,AF,n} + \sum_{m=1}^M QE_{VLE,AF,m}$$

2611 dove:

2612 N è il numero di apparecchiature o sorgenti valutate secondo i VA (ovvero
2613 secondo i LR);

2614 M è il numero di apparecchiature o sorgenti valutate secondo i VLE (ovvero
2615 secondo i LB);

2616 $QE_{VA,AF,n}$ è il QE della n -esima apparecchiatura o sorgente, convertito in una frazione
2617 decimale, valutato secondo i VA (ovvero secondo i LR);

2618 $QE_{VLE,AF,m}$ è il QE della m -esima apparecchiatura o sorgente, convertito in una frazione
2619 decimale, valutato secondo i VLE (ovvero secondo i LB).

2620 Al fine di garantire la conformità della condizione di esposizione ai pertinenti limiti di
2621 esposizione, il QET_{AF} dovrebbe essere non superiore a 1. Qualora risulti un QET_{AF}
2622 superiore a 1, non significa necessariamente che l'esposizione sia superiore ai limiti,
2623 bensì che è necessario svolgere una valutazione più complessa.

2624 La stessa apparecchiatura non dovrebbe essere valutata come $QE_{VA,AF,n}$ e allo stesso
2625 tempo come $QE_{VLE,AF,m}$, in quanto $QE_{VA,BF,n}$ e $QE_{VLE,BF,m}$ sono modi diversi di valutare la
2626 stessa emissione in relazione, rispettivamente, ai VA (o i LR) o ai VLE (o i LB).

2627 **C.4.4.4 Valutazione alle frequenze intermedie (100 kHz – 10 MHz)**

2628 In questo caso sono presenti sia gli effetti di stimolazione che quelli termici. Pertanto,
2629 devono essere condotte entrambe le valutazioni descritte nei precedenti § 4.2.2 e § 4.2.3.
2630 I risultati di ciascuna valutazione, QET_{BF} e QET_{AF} , rimangono indipendenti e non devono
2631 essere sommati tra loro. Ciascuno, però, deve essere non superiore a 1.

2632 **C.4.5 Esempio di esposizione multipla utilizzando valutazioni separate del QET**

2633 In questo esempio, un lavoratore è esposto contemporaneamente a CEM provenienti da
2634 cinque diverse apparecchiature.

Esempio 3

2635 L'apparecchiatura A è una macchina industriale che emette solo CEM a bassa frequenza,
2636 con un QE di 0,4. Quindi $QE_{BF,A} = 0,4$ e non vi è contributo ad alta frequenza ($QE_{AF,A} = 0$).

2637 L'apparecchiatura B è un sistema di comunicazioni ad alta frequenza, con un QE di 0,35,
2638 calcolato dal valore del SAR. Quindi $QE_{AF,B} = 0,35$ e non vi è contributo a bassa
2639 frequenza ($QE_{BF,B} = 0$).

2640 L'apparecchiatura C è un piccolo trasponditore di monitoraggio che emette solo campi
2641 ad alta frequenza a un basso livello di emissione corrispondente a un QE di 0,1, in
2642 base ai valori di azione. Quindi $QE_{AF,C} = 0,1$ e non vi è contributo a bassa frequenza
2643 ($QE_{BF,C} = 0$).

2644 Per l'apparecchiatura D non sono forniti dettagli o informazioni sulla frequenza, ma il
2645 suo QE % dichiarato è del 25 % in base ai valori di azione. Quindi $QE_{BF,D} = 0,25$ e il
2646 $QE_{AF,D} = 0,25^2 = 0,0625$.

2647 L'apparecchiatura E è una sorgente riportata nella Tab. 1 della norma CEI EN 50499,
2648 cioè una sorgente che risulta conforme a priori ai limiti per la popolazione. Quindi $QE_{BF,E}$
2649 $= 0$ e $QE_{AF,E} = 0$.

2650 Ne consegue che:

2651 $QET_{BF} = 0,4 + 0,25 + 0 = 0,65$

2652 e

2653 $QET_{AF} = 0,35 + 0,1 + 0,25^2 + 0 = 0,35 + 0,1 + 0,0625 + 0 = 0,5125$

Allegato D

Microscariche

2654
2655
2656

2657 Le infrastrutture elettriche ad alta tensione (stazioni elettriche, cabine primarie ed
2658 elettrodotti in alta tensione) generano elevati livelli di campo elettrico nelle loro
2659 immediate vicinanze dove vi può essere presenza di persone. Questi campi elettrici
2660 possono causare, attraverso accoppiamento capacitivo, un innalzamento del potenziale
2661 elettrico delle persone o di altri oggetti conduttivi che si trovino in vicinanza.

2662 Quando il corpo umano viene a contatto con un oggetto che si trova a un diverso
2663 potenziale elettrico si manifestano le correnti di contatto I_c . In tal caso, si assiste a due
2664 fenomeni successivi: dapprima la scarica transitoria (scossa o microscarica) e poi, a
2665 contatto avvenuto, la corrente di contatto stazionaria.

2666 La carica di un oggetto conduttore da parte di un campo elettrico o elettromagnetico fa
2667 sì che delle correnti elettriche attraversino un corpo umano che sia a contatto di
2668 quell'oggetto. Viceversa, la carica del corpo umano da parte di un campo elettrico o
2669 elettromagnetico provoca il passaggio di corrente tra il corpo stesso e un oggetto
2670 conduttore collegato a terra quando i due vengono a contatto. L'intensità e la
2671 distribuzione spaziale di queste correnti dipendono dalla frequenza, dalle dimensioni
2672 dell'oggetto, dalla corporatura della persona e dall'area di contatto. Scariche transitorie
2673 (microscariche) possono verificarsi, invece, quando un individuo e un oggetto conduttore
2674 esposti a un campo intenso vengono a trovarsi in stretta vicinanza.

2675 Una situazione tipica è costituita dagli operatori addetti alle attività di gestione e
2676 manutenzione all'interno di sottostazioni elettriche all'aperto ("open-air"). Questi
2677 lavoratori si trovano ad operare in presenza di un campo elettrico che li "carica" e, quindi,
2678 quando vengono a contatto con un oggetto collegato elettricamente a terra (quadri,
2679 sostegni, ecc.), possono essere soggetti, dapprima, a una scarica e, successivamente a
2680 contatto avvenuto, a una corrente di contatto stazionaria.

*Sottostazioni
elettriche
all'aperto*

2681 Nell'intervallo di frequenze fino a 10 MHz, la corrente elettrica che viene scambiata tra
2682 un oggetto posto nel campo e il corpo dell'individuo può dar luogo alla stimolazione dei
2683 muscoli e/o dei nervi periferici. All'aumentare dell'intensità della corrente, questi effetti
2684 possono manifestarsi come semplice percezione, scosse elettriche dolorose e/o ustioni,
2685 incapacità di rilasciare l'oggetto, difficoltà di respirazione e, a correnti molto alte,
2686 fibrillazione ventricolare. I valori di soglia per questi effetti dipendono dalla frequenza e
2687 assumono valori inferiori alle frequenze comprese tra 10 e 100 Hz. Le soglie per la
2688 stimolazione dei nervi periferici rimangono basse fino a frequenze di diversi kHz.

2689 Scariche elettriche possono verificarsi quando un individuo si trova, senza toccarlo, nelle
2690 immediate vicinanze di un oggetto a diverso potenziale elettrico. Il livello di campo
2691 elettrico che viene indicato come soglia per provocare una sensazione di disturbo è
2692 stimato attorno a $2 \div 3.5 \text{ kV m}^{-1}$.

2693 Elevate correnti di contatto possono dar luogo a contrazioni muscolari che, oltre i 9 mA
2694 a frequenze di 50/60 Hz, provocano paralisi dei muscoli (tetanizzazione) e la
2695 conseguente incapacità di rilasciare la presa dal conduttore carico.

2696 In Tab. D.1 sono riportati i valori delle correnti di soglia per vari effetti indiretti di campi
2697 a 50/60 Hz.

2698 **Tabella D.1 – Intervalli delle correnti di soglia per effetti indiretti**
2699 **compresi quelli in bambini, donne e soggetti maschili**

Effetto	Correnti di soglia [mA]
Percezione del contatto	0,2 ÷ 0,4
Dolore nel punto di contatto (dito)	0,9 ÷ 1,8
Scossa dolorosa / inibizione del rilascio	8 ÷ 16
Scossa grave / difficoltà di respirazione	12 ÷ 23

2700 Il VA per l'intensità del campo elettrico VA_{inf} (E) di 10 kV m^{-1} definito nella Tab.4 oppure
2701 nel TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tab. B1 per l'esposizione a campi elettrici a 50 Hz
2702 include un margine di sicurezza sufficiente a prevenire effetti di stimolazione derivanti
2703 da correnti di contatto, in tutte le possibili condizioni. Lo stesso Allegato XXXVI introduce
2704 un valore di azione pari a 1 mA (valore efficace) relativo alle correnti di contatto fino a
2705 2.5 kHz. (Tab.3 oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tab. B3)

2706 Cenni sulla fisica del fenomeno

2707 Una serie di conduttori aerei in tensione crea nello spazio circostante un campo elettrico
2708 che dipende dai parametri geometrici dei conduttori e dal terreno circostante e dal valore
2709 e tipo della tensione applicata. Nel seguito di questo allegato **si farà riferimento al caso**
2710 **di conduttori trifase in corrente alternata a frequenza industriale (50 Hz)**, che è il
2711 caso comune di esposizione al campo elettrico al di sotto di linee elettriche ad alta
2712 tensione e all'interno di sottostazioni.

*Elettrodotti ad
alta tensione e
sottostazioni*

2713 Una persona, sotto una linea elettrica, può essere rappresentata come un oggetto
2714 conduttore posto in un campo elettrico variabile sinusoidalmente nel tempo. Questa
2715 persona è soggetta a fenomeni di induzione elettrica che generano delle tensioni indotte
2716 e la portano ad un diverso potenziale rispetto a terra. Più precisamente, le condizioni
2717 elettriche in cui si viene a trovare un conduttore, perfettamente isolato da terra e
2718 interessato da un campo elettrico dovuto ad una linea elettrica, possono essere, in prima
2719 approssimazione, schematizzate come in Fig. D.2 dove:

*Persona isolata
electricamente
da terra*

2720 C_L è la capacità equivalente dell'oggetto conduttore (essere umano) verso i
2721 conduttori di linea,

2722 C_T è la capacità dell'oggetto conduttore (essere umano) verso terra,

2723 I' è la corrente totale che interessa l'oggetto stesso (essere umano),

2724 V' è la tensione dell'oggetto conduttore (essere umano) verso terra. In questo caso
2725 la tensione V' è la massima tensione verso terra alla quale può portarsi l'oggetto
2726 conduttore (essere umano) posto in una certa posizione per effetto del campo
2727 elettrico, mentre la corrente I' , che interessa l'oggetto, è dettata dalla capacità
2728 oggetto-linea e oggetto-terra in serie tra loro.

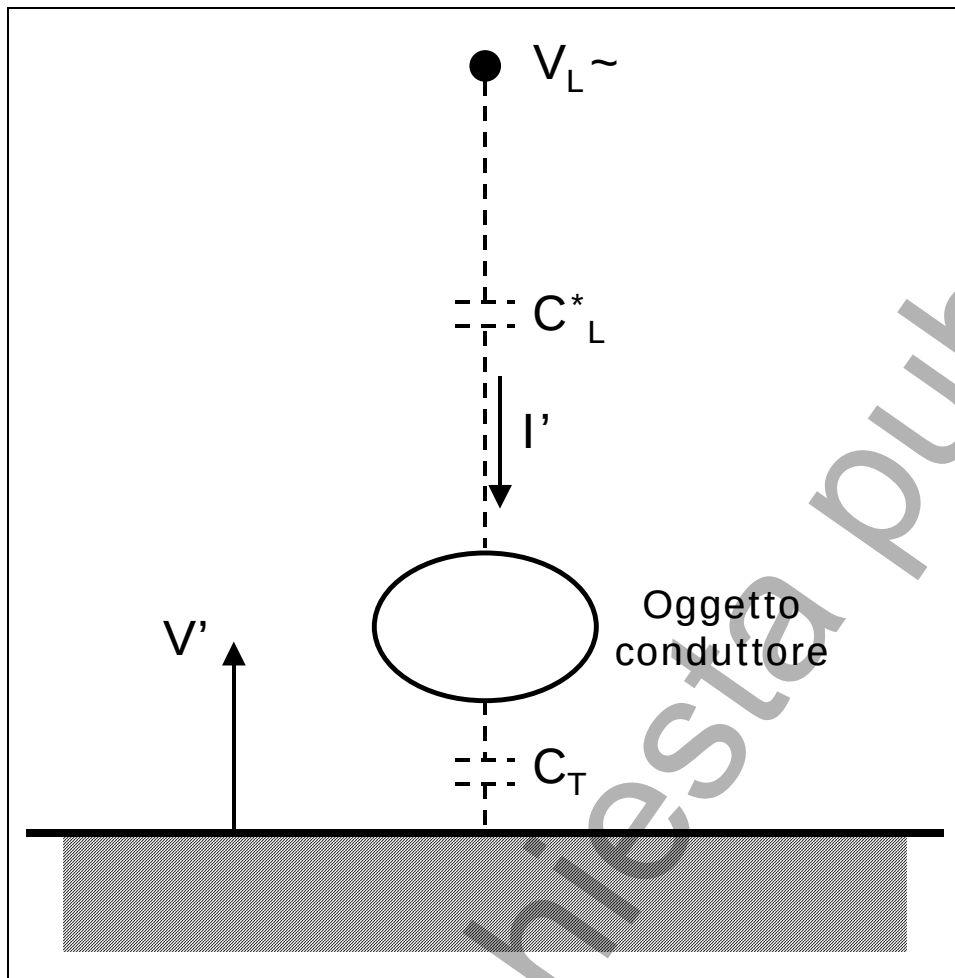


Figura D.2 – Schema elettrico equivalente semplificato di un individuo esposto perfettamente isolato, esposto ad un campo elettrico generato da un conduttore in tensione

Nel caso invece in cui lo stesso oggetto conduttore (che rappresenta una persona) presenti un collegamento resistivo con la terra (ad esempio il collegamento stabilito dal contatto della persona con un oggetto collegato a terra), esso può essere schematizzato dal punto di vista elettrico come in Fig. D.3, dove C_L^* e C_T hanno il medesimo significato e valore delle analoghe capacità di Fig. D.2, I' è la corrente totale che interessa l'oggetto e V'' è la sua tensione assunta verso terra.

Persona collegata elettricamente a terra

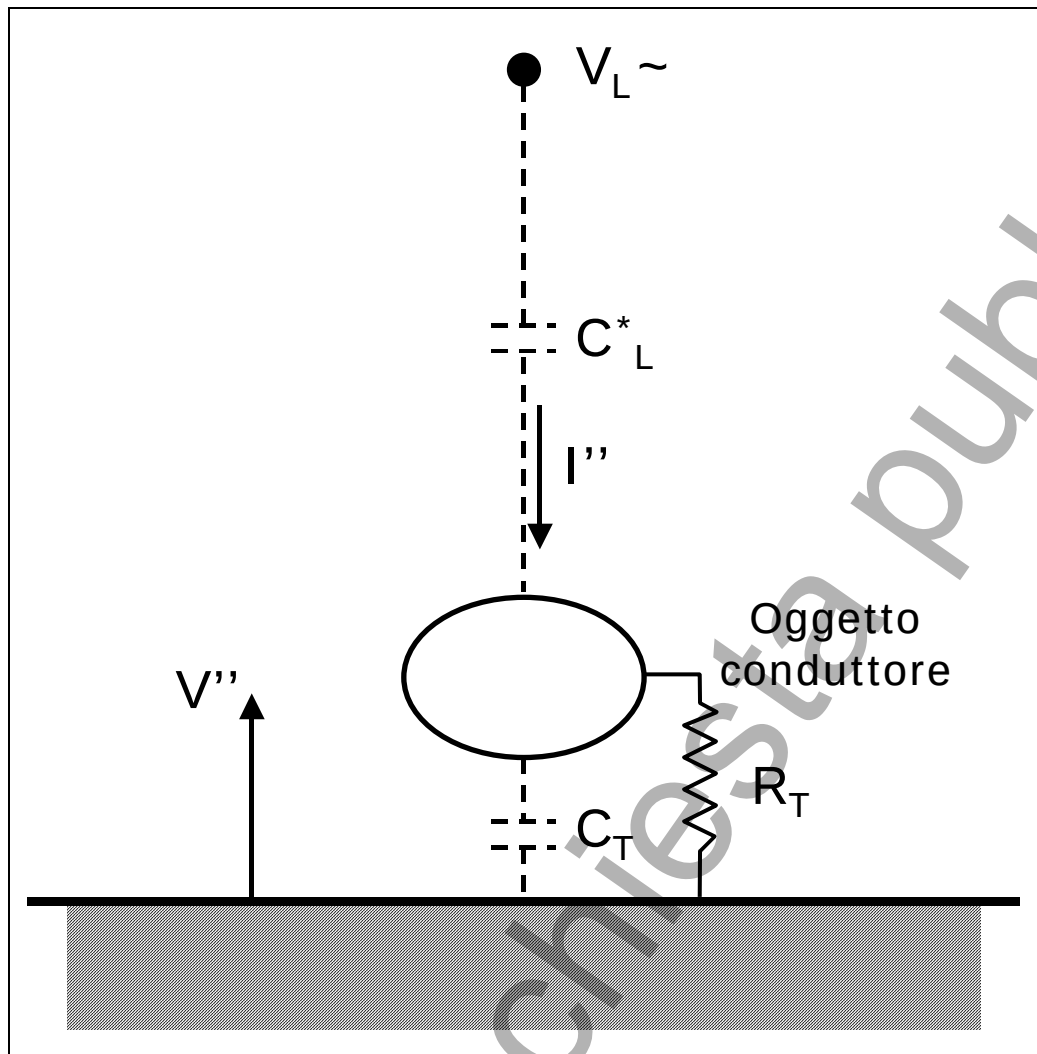


Figura D.3 – Schema elettrico equivalente semplificato di un individuo connesso a terra, esposto a un campo elettrico generato da un conduttore in tensione

Si può notare che, nei casi di interesse pratico, e quindi ai fini delle valutazioni considerate nel presente allegato, si ha generalmente:

$$C_T \gg C_L^*$$

essendo le distanze tra oggetto e conduttori di linea molto maggiori di quelle tra oggetto e terra ed essendo inoltre la capacità della configurazione oggetto-linea inferiore a quella della configurazione oggetto-piano di terra. Ne consegue che l'impedenza verso terra dell'oggetto è in ogni caso (cioè anche nel caso di oggetto perfettamente isolato da terra) molto inferiore di quella verso la linea e pertanto il valore della corrente totale che interessa l'oggetto è limitato in pratica dal solo valore C_L^* e può essere considerato praticamente indipendente dalle possibili variazioni dell'impedenza dell'oggetto verso terra.

La misura della corrente indotta in un individuo esposto può essere, quindi, effettuata attraverso la misura della corrente che attraversa un collegamento a terra dell'individuo medesimo, realizzato in modo tale da avere un'impedenza verso terra molto minore di quella propria dell'individuo stesso.

2755 Effetti sulle persone

2756 Quando una persona viene a contatto con un oggetto metallico collegato a terra in un
2757 campo elettrico (ad esempio una persona che tocca un armadio metallico in una
2758 sottostazione), essa è interessata da due fenomeni successivi: la **scarica** e la **corrente**
2759 **di contatto** I_c .

2760 Scarica

2761 In un primo istante si assiste alla scarica di un condensatore di capacità C_T , carico ad
2762 una tensione V' attraverso la resistenza del corpo umano. La scarica dell'energia
2763 immagazzinata dal corpo umano sull'oggetto metallico collegato a terra avviene una sola
2764 volta o più volte consecutivamente a seconda della velocità di avvicinamento del corpo
2765 all'oggetto e del valore della V' .

2766 Allo scopo di meglio chiarire quest'ultimo fenomeno consideriamo ad esempio una
2767 persona che indossa scarpe isolanti che si appresti a toccare con un dito della mano un
2768 oggetto metallico collegato a terra all'interno di una sottostazione. Prima che avvenga il
2769 contatto, la persona si trova ad una tensione sinusoidale di valore massimo $\hat{V}_A$. Quando
2770 il dito della persona arriva ad una distanza dall'oggetto metallico pari alla distanza di
2771 scarica in aria per la tensione $\hat{V}_A$, si ha una prima scarica con conseguente messa a
2772 terra della persona e una drastica diminuzione della sua tensione verso terra. La scarica
2773 non è sostenuta e l'arco in aria si estingue, la persona torna ad essere isolata e la
2774 tensione tende a crescere fino a provocare una nuova scarica e ciò si ripete finché si
2775 stabilisce un contatto franco, ovvero diretto, tra la persona e l'oggetto metallico collegato
2776 a terra.

2777 La possibilità che si manifestino più scariche successive rende tale fenomeno avvertibile
2778 per valori di energia più bassi di quelli per i quali si avverte la scarica di un normale
2779 condensatore.

2780 Un tipico andamento della corrente di contatto è riportato in Fig. D.4 nella quale si vede
2781 come il transitorio abbia durata di circa 100 μs .

2782 Questo tipo di scariche presenta ampiezze di picco maggiori delle correnti di contatto
2783 stazionarie, ma con durate molto brevi (circa 100 μs). Sebbene considerata di nessuna
2784 pericolosità per la salute, questa scarica è molto ben percepibile e causa spesso
2785 sensazioni fastidiose, finanche dolorose. Essa può essere facilmente controllata
2786 adottando comportamenti che prevedano adeguati collegamenti a terra o tecniche di
2787 isolamento elettrico dell'individuo esposto, a seconda dei casi.

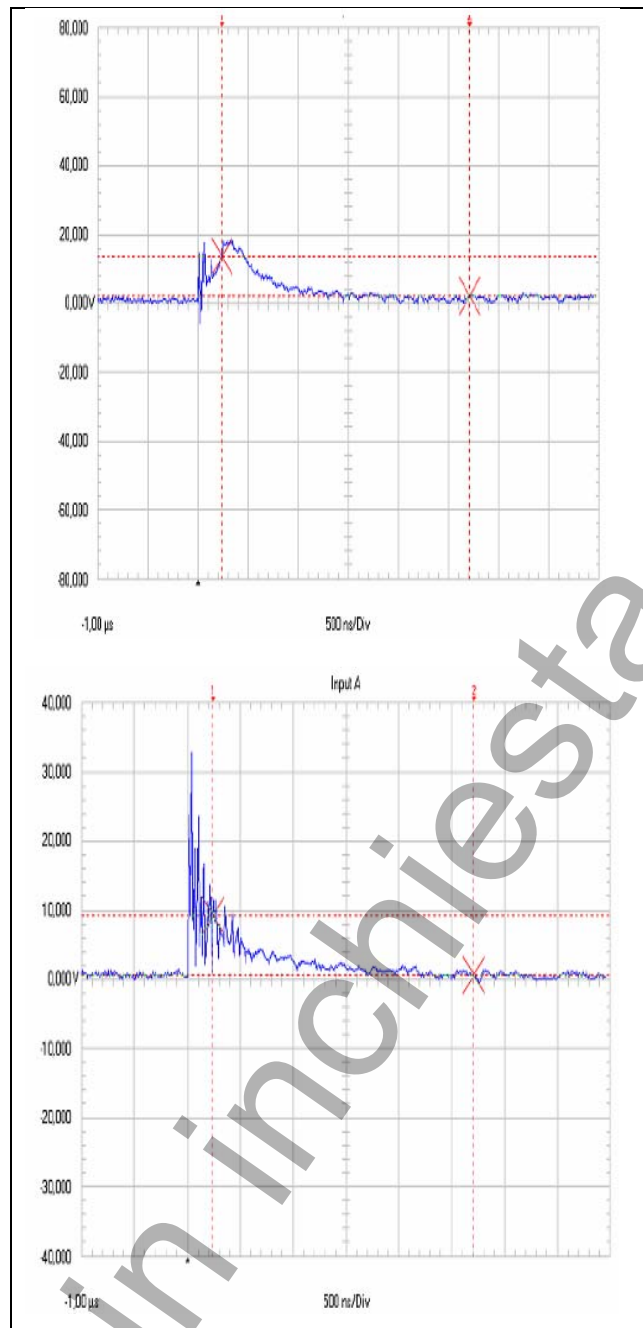


Figura D.4 – Esempi di due diverse registrazioni di scariche verso terra di una persona sottoposta ad un campo elettrico di circa 8 kV m^{-1} . Sulla scala delle ordinate 10 V corrispondono a 0,215 A. (Jarmo Elovaara di Fingrid, Finlandia)

Corrente di contatto

Dopo la scarica, a contatto stabilito, il sistema costituito dal corpo umano e dall'oggetto metallico collegato a terra è interessato da una corrente sinusoidale che, nel caso in cui la resistenza di messa a terra sia piccola rispetto all'impedenza relativa alla capacità C_T (ipotesi che si verifica se la persona indossa scarpe con soles isolanti), è praticamente uguale alla corrente I'' (vedi Figura D.3).

2797 La scarsa letteratura scientifica sull'argomento riporta valori compresi tra 10 e 15 μA per kV m^{-1}
2798 in funzione della tipologia delle diverse operazioni svolte in vicinanza di conduttori in tensione
2799 (l'unico recente articolo sufficientemente esaustivo in letteratura scientifica è quello di Korpinen
2800 et al [48]). Vengono riportati valori massimi pari a circa 0,46 mA nei lavori effettuati sui sostegni
2801 di elettrodotti a 400 kV in cui il campo elettrico è elevato ($> 40 \text{ kV m}^{-1}$) e molto disuniforme.

2802 Le misure effettuate all'interno di sottostazioni, nelle operazioni effettuate a livello del
2803 suolo, riportano valori di corrente di contatto variabili da 0,1 a 0,2 mA con un campo
2804 elettrico attorno a 15 kV m^{-1} dell'ordine dei valori massimi di campo elettrico riscontrabili,
2805 ad esempio, in una stazione elettrica a 380 kV.

2806 In ogni caso, quindi, i valori di corrente di contatto a 50 Hz si mantengono sempre ben
2807 al di sotto del valore di azione di 1 mA stabilito nella Tab.3 ovvero dalla Tab. B3 della
2808 Parte II dell'Allegato XXXVI al TUS per le I_c allo stato stazionario. Si rammenta che
2809 l'Allegato XXXVI non stabilisce limiti per le scariche iniziali per le quali dovranno essere
2810 adottate opportune precauzioni per limitarne l'intensità.

2811 **Mitigazione**

2812 I metodi per ridurre la probabilità di comparsa di microscariche possono essere
2813 sostanzialmente raggruppati in tre categorie:

- 2814 a) riconfigurazione dei conduttori;
- 2815 b) schermatura;
- 2816 c) messa a terra.

2817 A questi metodi si aggiungono tutti i metodi di lavoro che, attraverso semplici precauzioni,
2818 consentono di ridurre il fastidio provocato dalle microscariche sulla pelle.

2819 Un'adeguata formazione e informazione del personale consente, inoltre, di eliminare le
2820 situazioni in cui le microscariche possono provocare fastidiose conseguenze. Ad
2821 esempio, la consapevolezza della probabilità di insorgenza di microscariche, permette
2822 all'operatore di avvicinarsi a un oggetto tenendo in mano un arnese metallico riducendo
2823 quindi la densità di corrente locale ed evitando pertanto il fastidio locale generato dalla
2824 scarica.

2825 a) Riconfigurazione dei conduttori

2826 In questa categoria vengono considerati sia l'innalzamento dei conduttori da terra
2827 che consente l'allontanamento degli stessi dalla zona di interesse, con conseguente
2828 riduzione del campo elettrico, sia la riconfigurazione delle fasi.

2829 Innalzamento dei conduttori

2830 Poiché l'insorgenza di microscariche è legata all'intensità del campo elettrico,
2831 l'innalzamento dei conduttori sulla zona di interesse risulta il metodo più semplice a
2832 livello di progetto. Questo metodo comporta, per le linee elettriche, un aumento non
2833 trascurabile dei costi e dell'impatto visivo a causa della necessità di aumentare
2834 l'altezza dei sostegni.

2835 Ottimizzazione delle fasi

2836 La riduzione dei livelli di campo elettrico è ottenibile attraverso la scelta opportuna
2837 della sequenza delle fasi in conduttori (sbarre) adiacenti. Questa metodica può
2838 essere applicata sia alle linee elettriche che ai conduttori di stazione, in fase di
2839 progettazione.

2840 Per le stazioni elettriche ad alta tensione può risultare utile utilizzare conduttori di
2841 sbarra della medesima lunghezza per le tre fasi al fine di rendere simmetrici i
2842 terminali delle sbarre ed evitare così la formazione di angoli tra i conduttori.

2843 b) Schermature

2844 L'installazione di schermi collegati a terra tra i conduttori in tensione e le zone di interesse è
2845 di sicura efficacia per la riduzione delle microscariche. Infatti, nell'area coperta dallo
2846 schermo, il campo elettrico è praticamente nullo. La definizione delle caratteristiche degli
2847 schermi, che potranno anche essere realizzati con griglie di conduttori, dovrà tenere in
2848 considerazione eventuali aspetti legati alla sicurezza e alle esigenze di gestione e
2849 manutenzione degli impianti in tensione.

2850 Questo metodo è necessariamente destinato alla riduzione del campo elettrico in aree di
2851 estensione limitata.

2852 c) Messa a terra

2853 Il collegamento a terra dell'operatore attraverso l'utilizzo di calzature e indumenti conduttivi
2854 può ridurre l'insorgenza delle scariche quando queste persone si trovano a operare in
2855 vicinanza di oggetti collegati a terra.

2856 Per gli oggetti metallici paralleli a conduttori in tensione (per esempio recinzioni) il
2857 collegamento a terra riduce il rischio di scariche per le persone che si avvicinano.

2858 **Conclusioni**

2859 Esistono una vasta gamma di scenari in cui si possono verificare microscariche sia in luoghi di
2860 lavoro che in aree aperte al pubblico. I principali parametri coinvolti sono i livelli di tensione delle
2861 apparecchiature elettriche, la distanza dalla sorgente, la dimensione dell'oggetto, il livello di
2862 accoppiamento capacitivo, le caratteristiche del percorso della scarica e la sua impedenza,
2863 nonché l'area di contatto.

2864 Pur nella consapevolezza che, generalmente, non vi sono pericoli sanitari connessi con le
2865 microscariche, sono stati individuati diversi metodi di mitigazione per controllare le sorgenti di
2866 campo elettrico e gli scenari di insorgenza delle microscariche. A seconda del caso, i costi e
2867 l'impatto della mitigazione sono generalmente bassi, soprattutto nel contesto del costo
2868 complessivo di un progetto. Vale la pena notare che:

2869 – il meccanismo di insorgenza delle microscariche è tecnicamente ben descritto ma,
2870 generalmente, non è ben compreso dal pubblico e dai lavoratori non addetti ai lavori
2871 elettrici. A tal proposito, i programmi formativi e informativi possono offrire modi per
2872 minimizzare il fenomeno;

2873 – i metodi di mitigazione per i lavori effettuati in altezza dovrebbero essere considerati
2874 parte delle metodologie di lavoro al fine di evitare di ricorrere a soluzioni non
2875 pianificate adottate all'ultimo momento ricordando che le microscariche, quando si
2876 lavora in altezza, potrebbero generare (indirettamente) incidenti fatali.

2877

Allegato E

Misure tecniche ed organizzative di mitigazione nel settore della radiodiffusione (Broadcast)

Caratteristiche degli impianti

Nel settore della radiodiffusione (broadcast) le situazioni di rischio di esposizione dei lavoratori ai CEM si verificano in prossimità degli impianti trasmissivi, in particolare sui tralicci, e variano a seconda dei parametri di impianto: frequenze trasmesse, potenze, diagramma di antenna, altezza del centro elettrico dell'antenna, accesso al traliccio, ecc. Essendo gli impianti broadcast caratterizzati da una notevole variabilità, le situazioni che si presentano sono molto variegate ed estremamente complesse.

Gli impianti di trasmissione si trovano spesso in aree tecniche recintate, alle quali possono accedere solo gli addetti ai lavori. Tuttavia, spesso in queste aree sono presenti impianti appartenenti ad operatori diversi, e quindi diversi DL, e con caratteristiche di costruzione estremamente eterogenee. Anche dal punto di vista della gestione del sito la situazione si presenta piuttosto variegata: alcuni siti appartengono all'operatore broadcast, che gestisce sia l'impianto sia le trasmissioni e le frequenze, altri impianti appartengono a gestori che trasmettono per conto di diversi soggetti radiotelevisivi e spesso anche operatori telefonici.

Per questi motivi, in queste aree, in alcuni casi, possono trovarsi impianti non recintati e punti non conformi a quanto previsto dalla legislazione vigente non solo per i lavoratori ma anche per la popolazione.

Considerando il singolo impianto broadcast – con esclusione degli impianti in Onda Media che rappresentano una categoria a parte – esso è generalmente costituito da un traliccio sul quale, ad altezze diverse, sono collocate le antenne trasmettenti delle diverse bande di frequenza per la cui nomenclatura si può fare riferimento alla Tab. 3 della Raccomandazione ITU-R 431-8⁽⁸⁾: banda II (FM): 87,5-108 MHz; banda III (VHF): 174-230 MHz; banda IV (VHF): 470-582 MHz; banda V (UHF): 582-960 MHz. Si evidenzia che le bande assegnate ai diversi servizi vengono rivedute periodicamente a livello internazionale in ambito ITU⁽⁹⁾, per consentire poi ad ogni Paese di emanare un proprio piano di allocazione, compito che in Italia è demandato al Ministero dello Sviluppo Economico attraverso il Piano di Ripartizione Nazionale delle Frequenze⁽¹⁰⁾

Abitualmente nella parte più elevata del traliccio (spesso non accessibile) si trova un tronchetto di banda IV e V con le antenne dei multiplex DVB-T (Digital Video Broadcasting-Terrestrial) mentre ad altezze intermedie si trovano le antenne di banda II per i segnali FM (Modulazione di Frequenza) e banda III per i segnali radiofonici digitali DAB+ (Digital Audio Broadcasting). In corrispondenza di tali antenne si può generalmente passare all'interno del traliccio per accedere verso le parti più alte dello stesso. I trasmettitori sono di solito collocati all'interno di un edificio o di uno shelter, per gli impianti di dimensioni più piccole.

È importante ricordare che spesso ad altezza intermedie si trovano ospitati anche sistemi di antenne trasmettenti relativi ad altri servizi (mobile, IMT, ecc) di cui si dovrà tenere debitamente conto.

(8) Recommendation ITU-R 431-8 (08/2015) "Nomenclature of the frequency and wavelength bands used in telecommunications": https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/v/R-REC-V.431-8-201508-III!PDF-E.pdf

(9) International Telecommunication Union (ITU): <https://www.itu.int/en/ITU-R/terrestrial/broadcast/Pages/Bands.aspx>

(10) <https://www.mise.gov.it/index.php/it/comunicazioni/radio/pnrf-piano-nazionale-di-ripartizione-delle-frequenze>

2920 Gli impianti Onda Media sono, per la maggior parte, costituiti da tralicci autoirradianti
2921 sostenuti da stralli (alcuni impianti dispongono, invece, di una antenna a draglia) ai piedi
2922 dei quali si trova la cabina di sintonia, collegati ai trasmettitori (che risiedono nell'edificio)
2923 tramite linee di alimentazione (feeder) in aria. Essendo autoirradianti le aree intorno al
2924 traliccio ed alla cabina di sintonia sono recintate e non vi si può accedere ad impianto
2925 funzionante per ragioni di sicurezza.

Mitigazione

2926 La prima misura organizzativa percorribile per mitigare il rischio di esposizione è quella
2927 di recintare l'area nelle quali vengono superati i limiti per la popolazione ed interdire
2928 l'accesso a chiunque non abbia l'autorizzazione, cosa che protegge in primo luogo la
2929 popolazione da rischi di esposizione a valori non consentiti e, in alcuni contesti
2930 particolarmente critici per la molteplicità di impianti presenti, anche da rischi elettrici. È
2931 inoltre obbligatorio apporre chiaramente su tali recinzioni la segnaletica prevista dalla
2932 normativa cogente.

2933 La valutazione dell'esposizione dei lavoratori all'interno dei siti dove sono presenti
2934 impianti di radiodiffusione, secondo quanto stabilito dalla Norma generale CEI EN 50499
2935 [25], deve essere effettuata utilizzando la norma specifica in quanto esistente, la
2936 CEI EN 50496:2019 [28] di cui è stata pubblicata la versione 2018 (EN) recepita nel 2019
2937 dal CEI, armonizzata alla Direttiva 2013/35/UE e/o procedure aziendali specifiche basate
2938 sulla normativa vigente. Qualora il sito appartenga ad un gestore che ospita numerosi
2939 operatori (di radiodiffusione, telefonici, ecc.) la normativa prevede che il gestore del sito
2940 effettui la zonizzazione utilizzando i dati di impianto forniti dai diversi operatori. Tale
2941 valutazione può essere effettuata tramite misure o previsioni/calcoli e produce una
2942 relazione tecnica in cui viene riportata la Zonizzazione (Cfr. Cap.16), cioè la suddivisione
2943 in aree omogenee in cui il valore massimo dei campi è contenuto al di sotto dei pertinenti
2944 limiti applicabili, secondo quanto definito nella Norma CEI EN 50496:2019 [28]. Le
2945 informazioni che devono essere fornite nella relazione tecnica sono elencate nella
2946 normativa stessa.

Valutazione
dell'esposizione
e zonizzazione

2947 È quindi necessario individuare i lavoratori che, per le loro specifiche mansioni, devono
2948 accedere alle aree in oggetto: per lo più tecnici di manutenzione dell'impianto,
2949 installatori, addetti alla manutenzione del traliccio o banalmente alla sostituzione dei
2950 cosiddetti fanaloni, cioè i segnalatori di ostacolo al volo (SOV), ma anche coloro che
2951 effettuano lo sfalcio dell'erba o le pulizie. In questo contesto bisogna quindi stabilire
2952 quali siano i lavoratori che, in relazione alla specifica mansione, risultano sottoposti ad
2953 esposizione di carattere professionale (Cfr. Cap 6).

Esposizione di
carattere
professionale

2954 Qualora alle suddette aree debba accedere personale la cui mansione non giustifichi
2955 esposizioni di natura professionale, sarà necessario attuare misure tecniche e/o
2956 organizzative per ricondurre l'esposizione entro i limiti per la popolazione fissati dalla
2957 legislazione vigente (Cfr. § 8.2): tali misure possono consistere ad esempio in una
2958 riduzione temporanea della potenza degli apparati trasmettenti, che può essere effettuata
2959 sulla base di valutazioni mediante calcoli/previsioni, o misure.

2960 Per le categorie di lavoratori particolarmente sensibili, è generalmente buona norma
2961 impedire l'accesso ai siti di radiodiffusione. Nel caso ciò fosse assolutamente necessario,
2962 per i lavoratori portatori di dispositivi medici impiantati (AIMD) bisogna operare secondo
2963 quanto previsto dalla relativa normativa (CEI EN 50527-1 e la serie di norme collegata)
2964 (Cfr. Cap.7).

*Accesso dei
lavoratori
sottoposti ad
esposizione
professionale*

2965 Per i lavoratori che invece, per le loro specifiche mansioni, risultano sottoposti ad
2966 esposizioni di natura professionale, è doveroso implementare tutte le misure di
2967 prevenzione e protezione previste dalla legislazione (Capo IV del T.U.S) e dalla
2968 normativa, in particolare della Norma CEI EN 50496:2019-10 [28], ad es:

- 2969 – sottoporre i lavoratori a sorveglianza sanitaria, come previsto dalla legge;
- 2970 – effettuare un'informazione e formazione più approfondite sui CEM, sui loro possibili
2971 effetti, sui limiti di legge, sulla zonizzazione e sul comportamento da tenere all'interno
2972 del sito per mitigare il rischio;
- 2973 – impedire l'accesso alle aree classificate come zona 2, con ostacoli fisici o controllo
2974 degli accessi, a meno di utilizzo di specifici DPI conformi alla Direttiva 89/686/EEC,
2975 come indicato al § 8.5 della Norma CEI EN 50496:2019 o di eventuali deroghe;
- 2976 – qualora non sia stata verificata la conformità ai VLE di una certa area, essa deve
2977 essere considerata in Zona 2;
- 2978 – segnalare opportunamente il confine tra la Zona 1 e la Zona 2. Si evidenzia che la
2979 Norma CEI EN 50496:2019-10 [28], al par.7.1 precisa che, al di là delle definizioni
2980 fornite sulle diverse zone, la decisione di dove collocare il confine tra le varie zone e
2981 quali azioni intraprendere in corrispondenza di tali confini è demandato al singolo DL;
- 2982 – applicare le misure di prevenzione e protezione indicate nell'art. 208 del TUS
2983 predisponendo la documentazione descritta nella Norma CEI EN 50496:2019[28] al
2984 § 8.4, da fornire ai lavoratori per l'accesso alle Zone 1x ed 1b; (Cfr. Parte 20, Scheda
2985 S.5 per specifica zonizzazione)
- 2986 – qualora si intervenga per lavori di manutenzione sull'impianto è necessario attenersi
2987 a quanto indicato al § 8.6 nella Norma CEI EN 50496:2019[28].

2988 Al fine di mitigare ulteriormente il rischio, il DL può implementare misure di prevenzione
2989 e protezione aggiuntive che permettano, tra l'altro, ai medesimi lavoratori di acquisire
2990 consapevolezza rispetto alle loro condizioni di esposizione come ad es.:

- 2991 – scegliere di fare riferimento ai VA anziché ai VLE: ciò introduce un ulteriore grado di
2992 cautela e semplifica il processo di zonizzazione; fornire planimetrie dell'insediamento
2993 ed eventualmente della torre/traliccio, evidenziando con colori diversi le aree
2994 corrispondenti alle diverse zone, corredate di apposita legenda; tali planimetrie
2995 possono essere collocate nell'impianto stesso in modo che siano facilmente
2996 consultabili dal lavoratore;
- 2997 – fornire eventualmente informazioni specifiche sugli interventi da attuare al fine di
2998 ricondurre le aree classificate come zona 2 (valori superiori ai limiti previsti per i
2999 lavoratori) in zona1 (valori superiori ai limiti previsti per la popolazione ma inferiori ai
3000 limiti previsti per i lavoratori) ad esempio riducendo la potenza di emissione;
- 3001 – dotare i lavoratori di un dosimetro che segnali potenziali superamenti della soglia,
3002 come provvedimento cautelativo, qualora non si conoscano i livelli di esposizione
3003 presenti perché il sito non è stato ancora sottoposto a zonizzazione (secondo quanto
3004 previsto dalla Norma CEI EN 50496:2019-10), o perché ha subito modifiche non
3005 ancora verificate, oppure qualora permangano dubbi su possibili superamenti dei
3006 valori previsti per i lavoratori.

3007 Per quanto riguarda, in particolare, l'accesso alla torre è necessario tenere presente che
3008 il personale autorizzato ad accedere al traliccio deve avere una abilitazione, formazione
3009 specifica e sorveglianza sanitaria specifica anche per i lavori in quota, oltre che per
3010 l'esposizione ai CEM. Come già evidenziato, è buona norma impedire fisicamente
3011 l'accesso al traliccio a personale che non possieda i requisiti, ad es. mediante chiusura
3012 con lucchetto della botola per impedire l'accesso e la salita sul traliccio ed apposizione
3013 di opportuna segnaletica.

*Accesso alla
torre*

3014 In generale, si considera che davanti ad un'antenna in funzione (cioè nella direzione del
3015 lobo principale del diagramma di radiazione) i VLE per i lavoratori risultino superati e,
3016 pertanto, nel caso in cui sia necessario operare in tale situazione o transitare davanti al
3017 fascio, ad es. con un cestello, è di norma necessario prevedere lo spegnimento dei
3018 trasmettitori corrispondenti.

3019 Considerando invece l'accesso nel *back* delle antenne, all'interno del traliccio, finché
3020 non sia stata condotta una valutazione più approfondita dell'esposizione o siano state
3021 adottate eventuali misure di contenimento dell'esposizione, è buona norma apporre
3022 l'indicazione di possibile Zona 2 (accesso vietato).

3023 Qualora la zonizzazione abbia evidenziato il superamento dei VLE previsti per i lavoratori
3024 (Zona 2), la Norma CEI EN50496:2019 [28], al § 8.2.4 prevede che, in assenza di
3025 specifiche deroghe, deve essere vietato l'accesso a meno di modifiche al trasmettitore o
3026 alle condizioni di accesso.

3027 È buona norma fornire una "scheda di impianto" con i risultati della zonizzazione
3028 effettuata ed una legenda che permetta l'identificazione delle zone in cui il lavoratore
3029 può accedere senza particolari precauzioni. L'utilizzo di un dosimetro personale è
3030 comunque un valido ausilio, in particolare se permette di rilevare e memorizzare i dati di
3031 esposizione anche per eventuali analisi a posteriori. In tali casi può essere predisposto
3032 un "piano di riduzioni", che può essere messo a punto durante il processo di zonizzazione
3033 stesso, che consenta di riportare i valori delle emissioni entro quelli previsti per la Zona 1,
3034 fornendolo ai lavoratori nella medesima scheda di impianto.

3035 Qualora siano pianificati interventi di lunga durata e le riduzioni di potenza possano
3036 nuocere per lunghi periodi al servizio, si possono contemplare misure alternative come
3037 ad esempio l'installazione di una gabbia di Faraday o ancora l'utilizzo di dispositivi di
3038 protezione conformi al Regolamento UE 425/2016.

3039 Nel caso di impianti Onda Media (300–3000 kHz) è necessario valutare attentamente
3040 un'ampia area intorno all'antenna ed in particolare lungo il cammino dei "feeder" (le linee
3041 di alimentazione a radiofrequenza che trasportano il segnale dal trasmettitore in
3042 antenna), in prossimità di filtri combinatori. In tale area ci si trova quasi sempre in campo
3043 vicino e pertanto si rende necessaria la valutazione sia del campo elettrico che del campo
3044 magnetico. In queste bande i limiti di esposizione sono tuttavia più elevati rispetto a quelli
3045 previsti nelle bande VHF, UHF, nelle quali sono collocati i servizi FM, DAB+ e TV.

Impianti Onda
Media

3046

3047

3048

PARTE 20

SCHEDA

- | | | |
|------|------|---|
| 3049 | S.1. | Cavidotti |
| 3050 | S.2 | Elettrodotti alla frequenza di rete (50 Hz) |
| 3051 | S.3 | Sorgenti industriali |
| 3052 | S.4 | Saldatura a resistenza |
| 3053 | S.5 | Stazione radiobase per telefonia mobile (SRB) |
| 3054 | S.6 | Apparati di diffusione radiotelevisiva analogici/digitali |
| 3055 | S.7 | Wi-Fi |
| 3056 | S.8 | Stazioni di trasformazione rete trasporto |

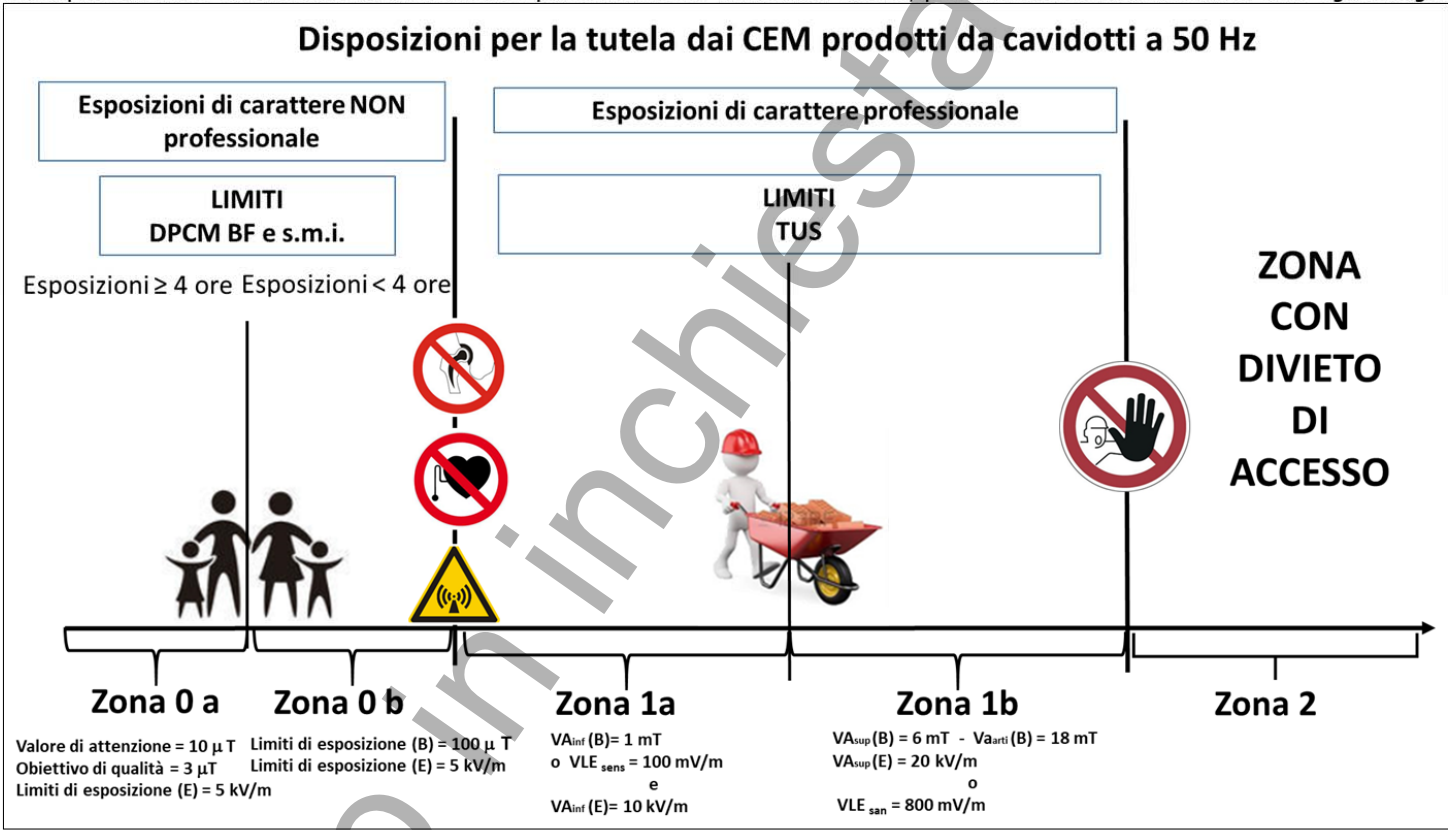
TIPOLOGIA SORGENTE - APPARATO	AMBIENTE DI LAVORO	CARATTERISTICHE E DESCRIZIONE
CAVIDOTTI OPERANTI ALLA FREQUENZA DI RETE (50 Hz) A VALLE DEL CONTATORE 	A. LUOGHI ACCESSIBILI AL PUBBLICO E AL PERSONALE TUTTO (esposizione di carattere NON professionale)	I cavidotti sono un sottoinsieme degli elettrodotti, come definiti dalla Legge 22 febbraio 2001, n. 36. Rientrano nella fattispecie dei cavidotti tutti i sistemi di trasmissione dell'energia elettrica, di classe I o superiore, a valle del contatore. Luoghi accessibili anche da 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). PERMANENZE < 4 ORE 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 stabiliti dal medesimo decreto in caso di permanenze continuative inferiori alle 4 ore giornaliere. PERMANENZE ≥ 4 ORE In un luogo di lavoro adibito a permanenze prolungate (non inferiori alle 4 ore giornaliere) di pubblico e lavoratori non esposti per motivi di carattere professionale: EDIFICIO ED 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, se sia l'edificio che gli elettrodotti erano esistenti alla data di entrata in vigore dello stesso DPCM BF; EDIFICIO ED 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, se la progettazione dell'edificio o degli elettrodotti sono successivi alla data di entrata in vigore dello stesso DPCM. Ai fini della valutazione della conformità ai limiti previsti dall'obiettivo di qualità è possibile procedere secondo quanto previsto dalla Guida CEI 106-12 mediante un calcolo teorico previsionale delle emissioni (note le caratteristiche geometriche ed elettriche dei cavidotti) di induzione magnetica, che abbia come limite superiore il valore massimo di corrente di impiego efficace per fase di 100 A ed una distanza minima dal cavidotto di 50 cm (sul piano verticale). Ne deriva che tutti i cavidotti con corrente di impiego efficace per fase inferiore a 100 A siano considerati conformi all'obiettivo di qualità per distanze maggiori di 50 cm.
	B. LUOGHI ACCESSIBILI ESCLUSIVAMENTE A LAVORATORI ADDETTI (esposizione di carattere professionale)	- Luoghi accessibili esclusivamente a lavoratori esposti per motivi professionali, ad es. addetti che debbano svolgere specifiche attività lavorative (quali a titolo di esempio attività di controllo e manutenzione impianti) e solo in relazione allo svolgimento delle stesse. - L'esposizione può superare i livelli di riferimento per l'esposizione della popolazione di cui al DPCM 8/7/2003 BF [5] (Cfr. § 8.2). - Devono essere rispettate i limiti stabiliti in Tab.3 e 4 oppure nel TUS, Titolo VIII, Capo IV e Allegato XXXVI [1]. I lavoratori che, in relazione allo svolgimento di specifiche attività lavorative, siano sottoposti ad esposizione di carattere professionale andranno sottoposti a sorveglianza sanitaria specifica relativamente al rischio in oggetto e informati, formati e addestrati per il rischio specifico all'esposizione ai campi elettromagnetici.

VALUTAZIONE DEL RISCHIO	RIFERIMENTI	CONSIDERAZIONI SPECIFICHE
I cavidotti rientrano tra le sorgenti non conformi a priori (ai sensi della norma CEI EN 50499 [25]), per cui sono necessarie ulteriori valutazioni o approfondimenti. Con riferimento alle esposizioni di carattere professionale, per una valutazione più approfondita ai fini della verifica della conformità ai VA stabiliti dal TUS, si può far riferimento alla norma CEI EN 50647 [29], che fornisce una procedura generale per la valutazione dell'esposizione di carattere professionale ai campi elettrici e magnetici nei luoghi di lavoro connessi alla produzione e distribuzione di energia elettrica. La norma definisce le procedure di valutazione e i criteri di conformità applicabili all'industria elettrica. La gamma di frequenze considerate dalla Norma va dalla corrente continua fino a 20 KHz. In questa banda di frequenze estremamente basse i campi elettrici e magnetici sono grandezze tra loro indipendenti e, pertanto, entrambi devono essere considerati nella valutazione dell'esposizione. Per tali sorgenti, il rispetto dei $VA_{inf}(E)$ permette di prevenire le scariche elettriche nell'ambiente di lavoro. Con riferimento alle esposizioni di carattere non professionale, si applicano le disposizioni contenute nel DPCM BF [5], recante la "fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti" (Cfr. § 8.2 della Guida).	Legge 22 febbraio 2001, n. 36 Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici D.P.C.M. 8/7/2003 Limiti di esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete - 50 Hz - generati da elettrodotti Decreto 29 maggio 2008 Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica Decreto 29 maggio 2008 Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti CEI 106-11 Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo CEI EN 50647:2018 Norma base per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettrici e magnetici generati da apparecchiature ed installazioni per la produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica CEI EN 50499:2019 Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici CEI EN 50413:2019 Norma di base sulle procedure di misura e di calcolo per l'esposizione umana ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (0-300 GHz) ENTSOE Guide for implementing Directive 2013/35/EU on Electromagnetic Fields 2016 Guida CEI 106-12 Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT	Lavoratori particolarmente sensibili al rischio Per i lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio, tra cui le lavoratrici in stato di gravidanza e i portatori di DMIA, in nessun caso l'esposizione dovrà superare i livelli di riferimento per l'esposizione della popolazione di cui al DPCM BF (Cfr. § 8.2) Qualora si configuri anche un'esposizione a campi magnetici statici, non deve essere superato il Valore di Azione (VA) di 0.5 mT per l'induzione magnetica di campi magnetici statici per i rischi di interferenza con DMIA, quali ad esempio gli stimolatori cardiaci (Tab.4 oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tabella B4). Al fine di prevenire il rischio di attrazione e propulsivo nel campo periferico di sorgenti di campo magnetico statico ad alta intensità (> 100 mT), deve essere rispettato il VA di 3 mT per l'induzione magnetica di campi magnetici statici (Tab.4 oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tabella B4). Laddove siano rispettate le restrizioni per l'esposizione della popolazione di cui al DPCM 8/7/2003 BF, devono essere altresì rispettate le indicazioni del MC e quelle contenute nel manuale d'uso del fabbricante/distributore del DMIA. Per approfondimenti consultare quanto riportato nella Parte 19 della Guida Applicativa – Allegato A

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

La misura di prevenzione principale è la **ZONIZZAZIONE**, che consiste nell'individuare e delimitare le diverse zone in cui sono rispettate le restrizioni statuite dalla legge (Cfr. Cap.8), come descritto nella norma CEI EN 50499 (Cfr. Cap.16 della Guida).

Per delimitare le diverse zone di rispetto, ad accesso libero o controllato, vanno individuate quattro zone in relazione ai limiti di esposizione per la popolazione e per le esposizioni di carattere professionale tenendo conto dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio, procedendo come sintetizzato nella figura seguente:

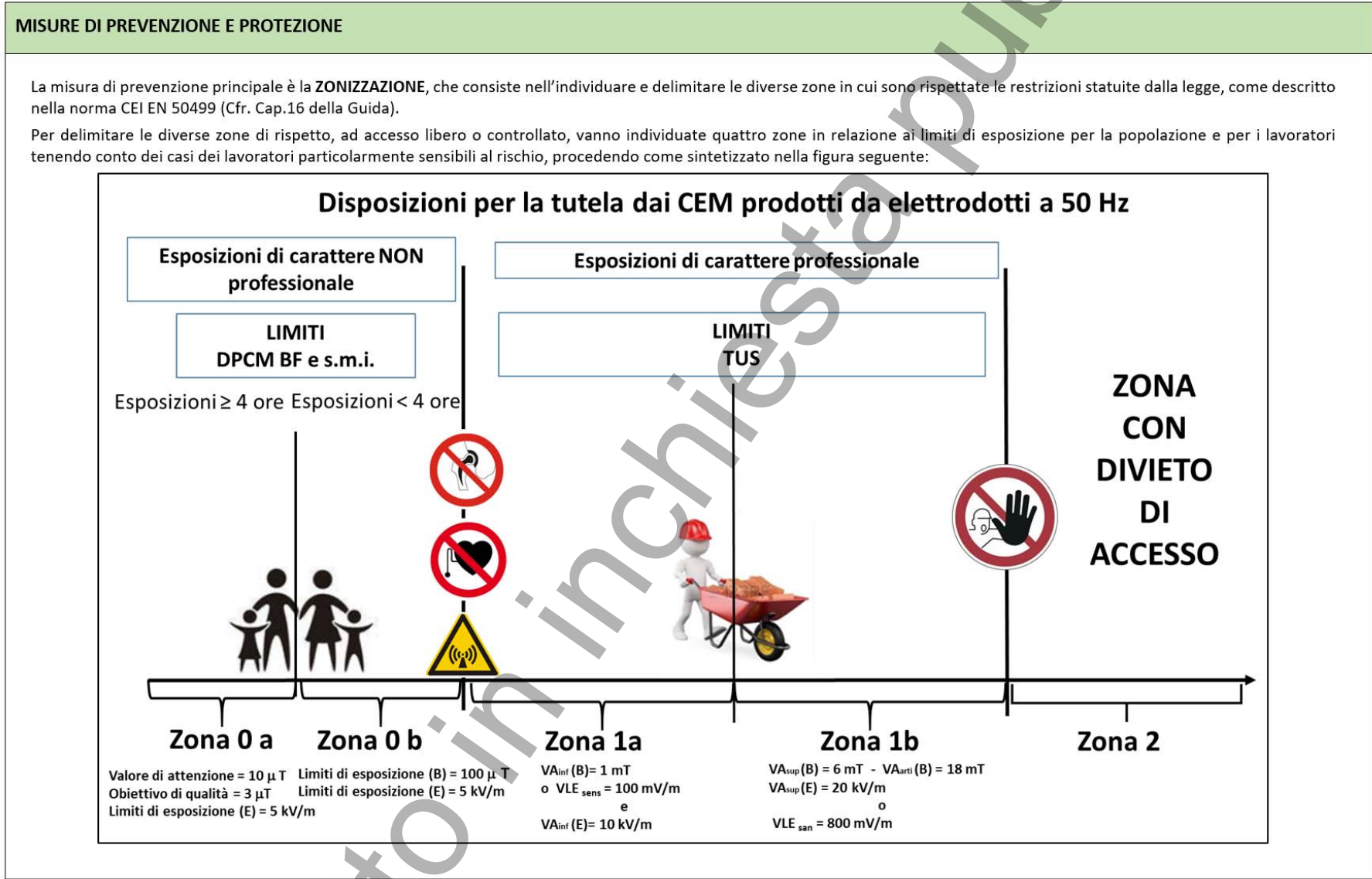


	ZONIZZAZIONE
Zona 0	Area accessibile al pubblico e ai lavoratori non esposti per ragione di carattere personale: area nella quale le esposizioni sono conformi all'insieme delle restrizioni per l'esposizione della popolazione (come definiti nella L. 36/2001 e D.P.C.M. BF) (Cfr. § 8.2 e § 16.1); la Zona 0, in virtù della specifica legislazione italiana (Cfr. § 16.1), può essere suddivisa in due ulteriori sottozone: Zona 0a: area che può essere adibito a permanenze prolungate (non inferiori alle 4 ore giornaliere) da parte della popolazione, essendo caratterizzata da valori del campo magnetico inferiori o uguali al valore di attenzione/obiettivo di qualità Zona 0b: area in cui si rispettano i limiti di esposizione relativi alla popolazione, ma caratterizzata da valori del campo magnetico che potrebbero risultare superiori al valore di attenzione/obiettivo di qualità (valori definiti come mediana sulle 24 ore). Devono in ogni caso essere rispettati i Limiti di Esposizione (valori definiti su base istantanea). Misure di tutela necessarie: la zona 0 non presenta alcun rischio in relazione all'esposizione ai CEM (Cfr. Cap.7). Può accedere anche la popolazione e i lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio CEM (per es. portatori di dispositivi medici impiantati o indossati attivi o passivi, donne in gravidanza, ecc.). Qualora si configuri anche un'esposizione a campi magnetici statici, non deve essere superato il VA di 0.5 mT per l'induzione magnetica di campi magnetici statici per i rischi di interferenza con DMIA attivi. Per i portatori di DMIA devono essere rispettate le distanze di separazione dalle <i>sorgenti giustificabili</i> di CEM indicate dalla tabella 1 della norma CEI EN 50527-1. (Cfr. Parte 19, Allegato A)
Zona 1	Area accessibile esclusivamente a lavoratori esposti per motivi professionali (ad esempio addetti alle attività di controllo e manutenzione degli impianti) e solo in relazione allo svolgimento delle specifiche attività. In conformità alla norma CEI EN 50499, tale zona viene suddivisa in due ulteriori sottozone (Cfr. § 16.1): Zona 1a: area in cui le esposizioni possono essere superiori ai limiti per la popolazione (Cfr. § 8.2) ma sono conformi ai VA_{inf} o ai VLE_{sens} (Tab. 3 e 4 oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tabella A3 e Tabelle B1 e B2); Zona 1b: area in cui le esposizioni sono conformi ai VA_{sup} o ai VLE_{san} ma possono eccedere i VA_{inf} o i VLE_{sens} (Tabelle 3 e 4 della Guida oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tabella A2) e in cui può essere necessario adottare misure di controllo specifiche. Misure di tutela necessarie: - interdizione dell'accesso all'area a tutto il pubblico e al personale non addetto (esempio: area recintata con barriere di accesso, serratura o lucchetto); - vietare l'accesso ai lavoratori appartenenti a gruppi <i>particolarmente sensibili al rischio</i> CEM a meno che non sia stata effettuata una valutazione ad hoc da cui risulti che possano essere esclusi rischi per la salute e la sicurezza (Cfr. Parte 19, Allegato A); - delimitare l'accesso all'area con l'apposizione della pertinente segnaletica per i CEM ai sensi dalla normativa vigente; - valutazione specifica del rischio CEM e formazione e informazione specifica per i lavoratori che vi accedono; - in caso di superamento dei VLE_{sens} lo stesso deve essere solo temporaneo e devono essere adottate misure di protezione specifiche, quali il controllo dei movimenti nel caso di esposizione a campi magnetici statici o quasi statici; - in caso di superamento del VA_{inf} per il campo elettrico il DL deve adottare misure finalizzate a prevenire il rischio di <i>microscariche</i> (Cfr. Parte 19, Allegato D).
Zona 2	Area ad accesso vietato, in cui l'esposizione può superare i VLE_{san} (Tabella 3 della Guida oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tabella A2). Misure di tutela necessarie: definizione e attuazione di procedure autorizzative per l'accesso. In tale zona nessuno può accedere, salvo ridurre temporaneamente l'esposizione fino a ricadere almeno nel caso della Zona 1 oppure se è stata richiesta ed autorizzata una deroga specifica (Cfr. § 11.2). L'accesso alla Zona 2 deve essere sempre impedito da ostacoli fisici o provvedimenti gestionali e deve essere opportunamente segnalato.

3060

TIPOLOGIA SORGENTE - APPARATO	AMBIENTE DI LAVORO	CARATTERISTICHE E DESCRIZIONE
ELETTRODOTTI OPERANTI ALLA FREQUENZA DI RETE (50 Hz)   		Rientrano nella fattispecie degli elettrodotti i seguenti impianti: linee elettriche, sottostazioni e cabine di trasformazione (Legge quadro 36/2001[3]).
	A. LUOGHI ACCESSIBILI ESCLUSIVAMENTE A LAVORATORI ADDETTI (<i>esposizioni di carattere professionale</i>) B. LUOGHI ACCESSIBILI AL PUBBLICO E AL PERSONALE TUTTO (<i>esposizioni di carattere NON professionale</i>)	• Luoghi accessibili esclusivamente a lavoratori esposti per motivi professionali, ad es. addetti che debbano svolgere specifiche attività lavorative (quali a titolo di esempio attività di controllo e manutenzione impianti) e solo in relazione allo svolgimento delle stesse. • L'esposizione può superare i livelli di riferimento per l'esposizione della popolazione di cui al DPCM 8/7/2003 BF [5] (Cfr. § 8.2). • Devono essere rispettate i limiti stabiliti in Tab.3 e 4 oppure nel TUS, Titolo VIII, Capo IV e Allegato XXXVI [1]. I lavoratori che, in relazione allo svolgimento di specifiche attività lavorative, siano sottoposti ad esposizione di carattere professionale andranno sottoposti a sorveglianza sanitaria specifica relativamente al rischio in oggetto e informati, formati e addestrati per il rischio specifico all'esposizione ai campi elettromagnetici. Luoghi accessibili anche da 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). PERMANENZE < 4 ORE • 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 stabiliti dal medesimo decreto in caso di permanenze continuative inferiori alle 4 ore giornaliere. PERMANENZE ≥ 4 ORE In un luogo di lavoro adibito a permanenze prolungate (non inferiori alle 4 ore giornaliere) di pubblico e lavoratori non esposti per motivi di carattere professionale: EDIFICIO ED 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, se sia l'edificio che gli elettrodotti erano esistenti alla data di entrata in vigore dello stesso DPCM BF; • EDIFICIO ED 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, se la progettazione dell'edificio o degli elettrodotti sono successivi alla data di entrata in vigore dello stesso DPCM.

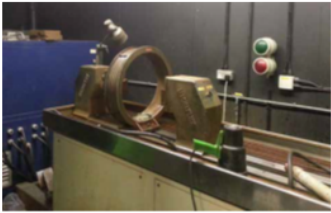
VALUTAZIONE DEL RISCHIO	RIFERIMENTI	CONSIDERAZIONI SPECIFICHE
Le linee elettriche, le sottostazioni e le cabine di trasformazione rientrano tra le sorgenti non conformi a priori (ai sensi della norma CEI EN 50499 [25]), per cui sono necessarie ulteriori valutazioni o approfondimenti. Con riferimento alle esposizioni di carattere professionale, per una valutazione più approfondita ai fini della verifica della conformità ai VA stabiliti dal TUS, si può far riferimento alla norma CEI EN 50647 [29], che fornisce una procedura generale per la valutazione dell'esposizione di carattere professionale ai campi elettrici e magnetici nei luoghi di lavoro connessi alla produzione e distribuzione di energia elettrica. La norma definisce le procedure di valutazione e i criteri di conformità applicabili all'industria elettrica. La gamma di frequenze considerate dalla Norma va dalla corrente continua fino a 20 KHz. In questa banda di frequenze estremamente basse i campi elettrici e magnetici sono grandezze tra loro indipendenti e, pertanto, entrambi devono essere considerati nella valutazione dell'esposizione. Per tali sorgenti, il rispetto dei $VA_{inf}(E)$ permette di prevenire le scariche elettriche nell'ambiente di lavoro. Con riferimento alle esposizioni di carattere non professionale, si applicano le disposizioni contenute nel DPCM BF [5], recante la "fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti" (Cfr. § 8.2 della Guida).	Legge 22 febbraio 2001, n. 36 – Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (GU n.55 del 7/3/2001) D.P.C.M. 8/7/2003 BF Limiti di esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete – 50 Hz – generati da elettrodotti Decreto 29 maggio 2008 Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica Decreto 29 maggio 2008 Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti CEI 106-11 Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo CEI EN 50647:2018 Norma base per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettrici e magnetici generati da apparecchiature ed installazioni per la produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica CEI EN 50499:2019 Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici". CEI EN 50413:2019 Norma di base sulle procedure di misura e di calcolo per l'esposizione umana ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (0-300 GHz) ENTSOE Guide for implementing Directive 2013/35/EU on Electromagnetic Fields 2016	Lavoratori particolarmente sensibili al rischio Per i lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio, tra cui le lavoratrici in stato di gravidanza e i portatori di DMIA, in nessun caso l'esposizione dovrà superare i livelli di riferimento per l'esposizione della popolazione di cui al DPCM BF (Cfr. § 8.2). Qualora si configuri anche un'esposizione a campi magnetici statici, non deve essere superato il Valore di Azione (VA) di 0.5 mT per l'induzione magnetica di campi magnetici statici per i rischi di interferenza con DMIA, quali ad esempio gli stimolatori cardiaci (Tab.4 oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tabella B4). Al fine di prevenire il rischio di attrazione e propulsivo nel campo periferico di sorgenti di campo magnetico statico ad alta intensità (> 100 mT), deve essere rispettato il VA di 3 mT per l'induzione magnetica di campi magnetici statici (Tab.4 oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tabella B4). Laddove siano rispettate le restrizioni per l'esposizione della popolazione di cui al DPCM 8/7/2003 BF, devono essere altresì rispettate le indicazioni del MC e quelle contenute nel manuale d'uso del fabbricante/distributore del DMIA. Per approfondimenti consultare quanto riportato nella Parte 19 della Guida Applicativa – Allegato A



Zona 0	Area accessibile al pubblico e ai lavoratori non esposti per ragione di carattere personale: area nella quale le esposizioni sono conformi all'insieme delle restrizioni per l'esposizione della popolazione (come definiti nella L. 36/2001 e D.P.C.M. BF) (Cfr. § 8.2 e § 15.1); la Zona 0, in virtù della specifica legislazione italiana (Cfr. § 16.1), può essere suddivisa in due ulteriori sottozone: Zona 0a: area che può essere adibita a permanenze prolungate (non inferiori alle 4 ore giornaliere) da parte della popolazione dal momento essendo caratterizzata da valori del campo magnetico inferiori o uguali al valore di attenzione/obiettivo di qualità. oltre ai Valori di Attenzione e Obiettivi di Qualità (valori definiti come mediana sulle 24 ore) devono essere rispettati anche i Limiti di Esposizione (valori definiti su base istantanea). Zona 0b: area in cui si rispettano i limiti di esposizione relativi alla popolazione ma caratterizzata da valori del campo magnetico che potrebbero risultare superiori al valore di attenzione/obiettivo di qualità Misure di tutela necessarie: la Zona 0 non presenta alcun rischio in relazione all'esposizione ai CEM (Cfr. Cap.7). Può accedere anche la popolazione e i lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio CEM (per es. portatori di dispositivi medici impiantati o indossati attivi o passivi, donne in gravidanza, ecc.). Qualora si configuri anche un'esposizione a campi magnetici statici, non deve essere superato il VA di 0.5 mT per l'induzione magnetica di campi magnetici statici per i rischi di interferenza con DMIA attivi. Per i portatori di DMIA devono essere rispettate le distanze di separazione dalle <i>sorgenti giustificabili</i> di CEM indicate dalla tabella 1 della norma CEI EN 50527-1 (Cfr. Parte 19, Allegato A).
Zona 1	Area accessibile esclusivamente a lavoratori esposti per motivi professionali (ad esempio addetti alle attività di controllo e manutenzione degli impianti) e solo in relazione allo svolgimento delle specifiche attività. In conformità alla norma CEI EN 50499, tale zona viene suddivisa in due ulteriori sottozone (Cfr. § 15.1): Zona 1a: area in cui le esposizioni possono essere superiori ai limiti per la popolazione (Cfr. § 8.2) ma sono conformi ai VA_{inf} o ai VLE_{sens} (Tabelle 3 e 4 della Guida oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tabella A3 e Tabelle B1 e B2); Zona 1b: area in cui le esposizioni sono conformi ai VA_{sup} o ai VLE_{san} ma possono eccedere i VA_{inf} o i VLE_{sens} (Tabelle 3 e 4 della Guida oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tabella A2e Tabelle B1 e B2) e in cui può essere necessario adottare misure di controllo specifiche. Misure di tutela necessarie: a) interdizione dell'accesso all'area a tutto il pubblico e ai non addetti (esempio: area recintata con barriere di accesso, serratura o lucchetto); b) vietare l'accesso ai lavoratori appartenenti a gruppi <i>particolarmente sensibili al rischio</i> CEM a meno che non sia stata effettuata una valutazione ad hoc e risulti che non vi siano rischi c) delimitare l'accesso all'area con l'apposizione della pertinente segnaletica per i CEM ai sensi dalla normativa vigente; d) valutazione specifica del rischio CEM e formazione e informazione specifica per i lavoratori che vi accedono; e) in caso di superamento dei VLE_{sens}, lo stesso deve essere solo temporaneo e devono essere adottate misure di protezione specifiche, quali il controllo dei movimenti nel caso di esposizione a campi magnetici statici o quasi statici; f) in caso di superamento del VA_{inf} per il campo elettrico il DL deve adottare misure finalizzate a prevenire il rischio di microscariche (Cfr. Parte 19, Allegato D).
Zona 2	Area ad accesso vietato, in cui l'esposizione può superare i VLE_{san} (Tabella 3 della Guida oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tabella A2). Misure di tutela necessarie: definizione e attuazione di procedure autorizzative per l'accesso. In tale zona nessuno può accedere, salvo ridurre temporaneamente l'esposizione fino a ricadere almeno nel caso della Zona 1 oppure solo se è stata richiesta ed autorizzata una deroga specifica (Cfr. § 10.2). L'accesso alla Zona 2 deve essere sempre impedito da ostacoli fisici o provvedimenti gestionali e deve essere opportunamente segnalato.

3064



TIPOLOGIA SORGENTE - APPARATO	AMBIENTE DI LAVORO	CARATTERISCHE E DESCRIZIONE
SORGENTI INDUSTRIALI Magnetoscopia: 		Sorgenti presenti all'interno di ambienti industriali. Una lista significativa, ma non esaustiva, comprende: unità di ispezione a particelle magnetiche (magnetoscopia), smagnetizzatore, fornaci ad induzione, fresatrici, saldatrici, tornio, trapano elettrico, mola, sega elettrica, ecc. Tali sorgenti sono tipicamente di campo magnetico statico, alla frequenza industriale di rete (50 Hz) o pulsate con spettro contenuto nell'intervallo della bassa frequenza 1 Hz – 100 kHz.
Smagnetizzatore: 	A. ZONA ACCESSIBILE ESCLUSIVAMENTE A LAVORATORI ADDETTI (<i>esposizioni di carattere professionale</i>)	I lavoratori addetti alla maggior parte delle sorgenti di tipo industriale sono soggetti ad esposizione di carattere professionale e, pertanto, ad essi andranno applicati le disposizioni specifiche ed i limiti di esposizione stabiliti nel TUS, Allegato XXXVI (Cfr. § 8.1). Le zone accessibili esclusivamente ai lavoratori addetti dovranno essere segnalate e dovrà essere apposta la segnaletica di sicurezza (Cfr. § 16.2)
Fornaci ad induzione: 	B. ZONA DI LAVORO NON CONFINATA (<i>esposizioni di carattere NON professionale</i>)	Nessun lavoratore deve essere esposto ai CEM indebitamente, ovvero se l'esposizione non è strettamente correlata e necessaria alla finalità del processo produttivo o del luogo in cui deve lavorare. Un lavoratore che non è esposto per ragioni professionali può transitare e/o lavorare solo nella Zona 0 (cap. 15 della Guida) in cui i livelli di esposizione sono conformi alle restrizioni per la popolazione fissate dalla legislazione nazionale vigente. Per le saldatrici conformi alle norme di prodotto EN 50444 ed EN 50445 non sono richiesti successivi approfondimenti della valutazione del rischio purché vengano adottate le pertinenti procedure di utilizzo e a meno che la valutazione specifica condotta in collaborazione con il MC non escluda rischi per la salute e la sicurezza.

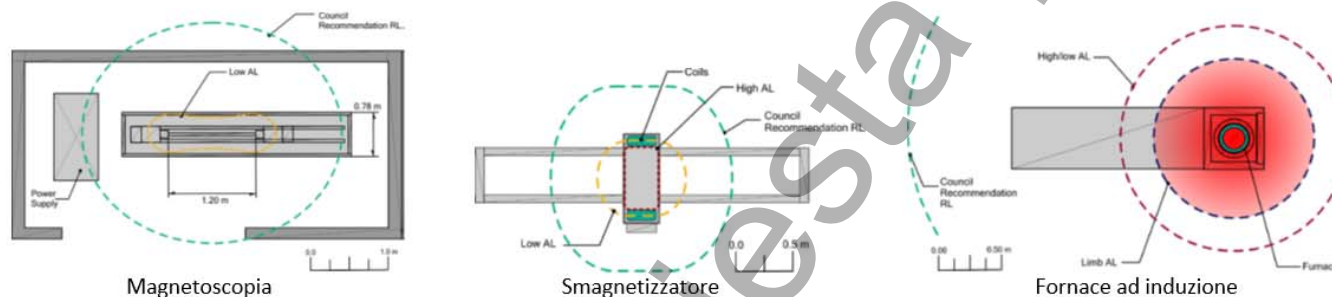
3065

VALUTAZIONE DEL RISCHIO	RIFERIMENTI	CONSIDERAZIONI SPECIFICHE
Le sorgenti di carattere industriale, solitamente, rientrano tra quelle <i>non conformi a priori</i>, ovvero necessitano di ulteriore valutazione. Il campo prodotto può essere di tipo magnetico statico, elettrico o magnetico alla frequenza di rete (50 Hz), oppure di tipo pulsato (campo multifrequenza). In caso di campi pulsati, la valutazione si basa di norma sul metodo del picco ponderato (Cfr. Appendice C, Cap.3); possono essere applicate procedure di valutazione alternative scientificamente provate e convalidate purché conducano a risultati comparabili. Per queste sorgenti, tipicamente, l'operatore è esposto a valori di campo che superano i VA, pertanto, risulta necessario valutare la conformità rispetto ai VLE mediante dosimetria o secondo le procedure specificate dalle pertinenti norme tecniche, ad esempio mediante misure dell'induzione magnetica esterna in prossimità della testa, torso e arti, come specificato dalla norma CEI EN 62822-2:2017. In generale, la valutazione si rende necessaria solo per i lavoratori che possono accedere alla zona ad accesso limitato - ovvero ad una distanza inferiore a quella definita in relazione al rispetto delle restrizioni per l'esposizione della popolazione (Livelli di riferimento - Raccomandazione 1999/519/CE). È fondamentale individuare le distanze delle diverse zone espositive: 0, 1a-1b, 2 (Cfr. § 15.1). Tali distanze possono essere desunte dai manuali di uso e manutenzione a corredo della macchina oppure da banche dati riconosciute scientificamente. Se ciò non è possibile, bisognerà procedere alla misura e/o calcolo dosimetrico per poter verificare la conformità ai VLE. In conseguenza della valutazione si procederà con l'adozione delle pertinenti misure organizzative, di formazione e informazione, ecc. N.B. Per le saldatrici conformi alle norme di prodotto EN 50444 ed EN 50445 non sono richieste successivi approfondimenti della valutazione del rischio purché vengano adottate le pertinenti procedure di utilizzo come, ad esempio: non avvolgere il cavo attorno al proprio corpo, non porre il proprio corpo tra gli elettrodi e i cavi di lavoro (elettrodi e cavi sullo stesso lato), posizionare il cavo di lavoro il più vicino possibile all'area da saldare, non lavorare vicino alla sorgente di alimentazione della saldatrice, ecc.	CEI 211-6: Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana. CEI EN-50519: Valutazione dell'esposizione dei lavoratori a campi elettrici e magnetici dovuti ad apparecchiature industriali per riscaldamento ad induzione Norma 12198-1: valutazione e riduzione dei rischi generati dalle radiazioni emesse dal macchinario – Principi generali Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE. Volume 1: Guida pratica, Volume 2: Casi di studio. Banca dati INAIL, Portale Agenti Fisici, www.portaleagentifisici.it CEI EN 50444 Norma di base per la valutazione dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici prodotti dalle apparecchiature per la saldatura ad arco e processi affini. CEI EN 50445 Norma per famiglia di prodotti per dimostrare la conformità delle apparecchiature per la saldatura a resistenza, saldatura ad arco e processi affini ai limiti di base relativi all'esposizione umana ai campi elettromagnetici (0 Hz – 300 GHz). CEI EN 62822:2017 Apparecchiature per saldatura elettrica - Valutazione dei limiti relativi all'esposizione umana ai campi elettromagnetici (da 0 Hz a 300 GHz) Parte 2: Apparecchiature per la saldatura ad arco.	Lavoratori particolarmente sensibili al rischio Un lavoratore particolarmente sensibile al rischio CEM potrebbe non essere idoneo alla mansione a meno che non si usino dispositivi conformi a norme di prodotto armonizzate con la Direttiva 2013/35/CE, come ad esempio le saldatrici conformi alle norme CEI EN 50444 e CEI EN 50445 e purché siano adottate le pertinenti procedure di utilizzo. Per approfondimenti consultare quanto riportato nella Parte 19 della Guida Applicativa – Allegato A

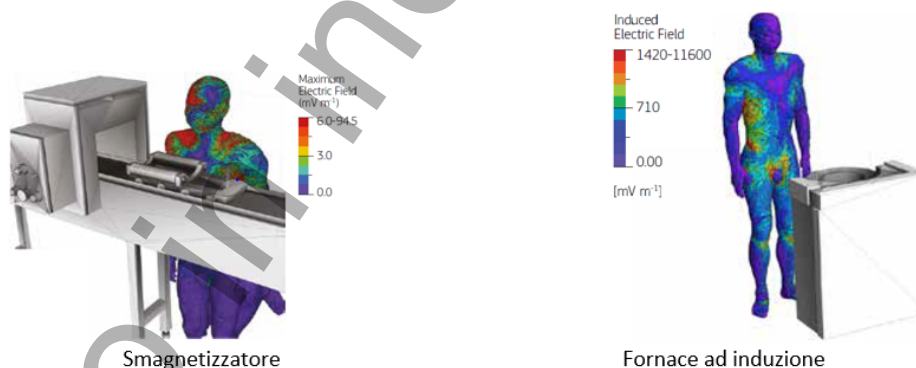
3066

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

La misura di prevenzione principe è la **ZONIZZAZIONE** che consiste nell'individuare e delimitare le diverse zone in cui sono rispettate le restrizioni statuite dalla legge. Per delimitare le diverse **zone di rispetto**, ad accesso libero ovvero controllato o limitato, vanno individuate tre zone (CEI EN 50499) in relazione ai limiti di esposizione per le esposizioni di carattere professionale o non di carattere professionale, tenendo conto dei casi dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio, così come sintetizzato nelle figure seguenti:

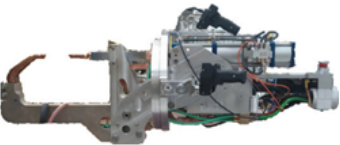


La presenza di lavoratori esposti per ragioni di carattere professionale all'interno della Zona ad accesso limitato richiede la valutazione di conformità rispetto ai VLE o secondo le procedure specificate dalle pertinenti norme tecniche (ad es. CEI EN 62822-2 per le saldatrici ad arco). Tale valutazione di conformità rispetto ai VLE viene eseguita con modelli dosimetrici al fine di calcolare il campo elettrico indotto all'interno del corpo umano. Sono disponibili diversi modelli di corpo umano più o meno complessi ed alcuni esempi sono riportati nelle figure sottostanti. L'esposizione risulta conforme se i VLE non sono superati in nessun punto del corpo umano.



ZONIZZAZIONE		
Zona 0	Area accessibile al pubblico e ai lavoratori non esposti per ragione di carattere personale, in cui i livelli di esposizione sono conformi alle restrizioni per la popolazione fissate dalla legislazione nazionale vigente (Cfr. § 8.2) e, per il campo magnetico statico, è rispettato il VA per l'induzione magnetica relativo al rischio di interferenza con i DMIA (pari a 0,5 mT) Misure di tutela necessarie: non presenta alcun rischio di esposizione. Può accedere anche la popolazione appartenente a gruppi particolarmente sensibili al rischio CEM (ad es. portatori di DMIA, donne in gravidanza, ecc.)	
Zona 1	Zona 1a: area ad accesso limitato ai soli lavoratori addetti a specifiche attività lavorative (esposizioni professionali) in cui le esposizioni possono essere superiori ai limiti per la popolazione ma sono conformi ai VA_{inf} o ai VLE_{sens} Zona 1b: area ad accesso limitato ai soli lavoratori addetti a specifiche attività lavorative (esposizioni professionali), in cui le esposizioni sono conformi ai VA_{sup} o ai VLE_{san} ma possono eccedere i VA_{inf} o i VLE_{sens} e in cui può essere necessario adottare misure di controllo specifiche.	Misure di tutela necessarie: a) L'accesso all'area deve essere interdetto al pubblico e ai lavoratori non esposti per ragioni professionali (esempio: area evidenziata o delimitata con barriere di accesso, come serratura o lucchetto); b) Deve essere apposta la pertinente segnaletica per i CEM; c) Deve essere vietato l'accesso ai lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio CEM; d) I lavoratori che vi accedono necessitano di valutazione specifica del rischio CEM e di specifica formazione e informazione.
Zona 2	Area ad accesso vietato o limitato ai soli lavoratori addetti a specifiche attività lavorative (esposizioni professionali), in cui i livelli di esposizione possono risultare superiori ai VLE_{san} e devono essere prese misure correttive per ridurre l'esposizione o vincolare o limitare l'accesso. Se ciò non è possibile, è obbligatorio richiedere una deroga secondo le modalità descritte nel § 11.2. Misure di tutela necessarie: a) l'accesso all'area deve essere interdetto al pubblico e a tutti i lavoratori (esempio: area recintata con barriere di accesso, come serratura o lucchetto) a meno che siano attuate misure correttive per ridurre temporaneamente l'esposizione entro i VLE o sia stata autorizzata una deroga specifica; b) deve essere apposta la pertinente segnaletica per i CEM; c) è vietato l'accesso ai lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio CEM; d) i lavoratori che vi dovessero accedere necessitano di valutazione specifica del rischio CEM e di specifica formazione e informazione.	

3068

TIPOLOGIA SORGENTE - APPARATO	AMBIENTE DI LAVORO	CARATTERISTICHE E DESCRIZIONE
SALDATRICI Saldatrice di tipo AC (alternating current) 		La saldatura a resistenza è una tecnologia comunemente utilizzata nel settore industriale, specialmente in ambito automotive al fine di assemblare le diverse parti dalla carrozzeria. Esistono due principali tecnologie per la saldatura a resistenza: <i>alternating current</i> (AC) e <i>medium frequency direct current</i> (MFDC). Riguardo alle saldatrici AC esistono altre due sottofamiglie: con trasformatore remoto o integrato. A prescindere dal tipo di pinza, l'emissione di campo è pulsata, quindi, non limitata ad una singola frequenza. Lo spettro complessivo risulta sempre essere contenuto nell'intervallo della bassa frequenza ed è tipicamente limitato tra 1 Hz e 10/20 kHz.
Saldatrice di tipo MFDC (medium frequency direct current) 	A. ZONA ACCESSIBILE ESCLUSIVAMENTE A LAVORATORI ADDETTI (esposizioni di carattere professionale)	Luogo di accesso esclusivo per lavoratori esposti per ragioni professionali, i saldatori. L'esposizione supera, in genere, i VA ed essendo un'esposizione localizzata, per la valutazione, nel caso non ci fossero indicazioni, è necessaria una valutazione dosimetrica (Cfr. Cap.9). Le zone in cui sono superate le restrizioni per la popolazione devono essere opportunamente segnalate (Cfr. § 16.2). Per le saldatrici conformi alle norme di prodotto EN 50444 ed EN 50445 non sono richiesti successivi approfondimenti della valutazione del rischio purché vengano adottate le pertinenti procedure di utilizzo e a meno che la valutazione specifica condotta in collaborazione con il MC non escluda rischi per la salute e la sicurezza.
	B. ZONA DI LAVORO NON CONFINATA (esposizioni di carattere professionale)	Luoghi accessibili a tutti. L'esposizione non supera i livelli stabiliti per la popolazione nella Raccomandazione Europea 199/519/CE.

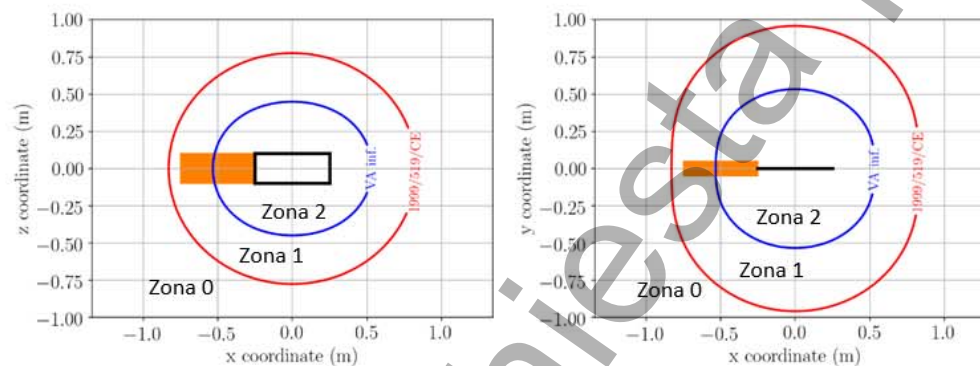
3069

VALUTAZIONE DEL RISCHIO	RIFERIMENTI	CONSIDERAZIONI SPECIFICHE
La maggior parte delle saldatrici industriali rientrano tra quelle <i>non conformi a priori, ovvero che necessitano di ulteriore valutazione.</i> Il campo prodotto è di tipo pulsato. La valutazione si basa di norma sul metodo del picco ponderato (Cfr. Appendice C § 3.1.2). Possono essere applicate procedure di valutazione alternative scientificamente provate convalidate purché conducano a risultati comparabili. In generale, la valutazione si rende necessaria solo per i lavoratori che possono accedere alla zona ad accesso limitato - ovvero ad una distanza inferiore a quella definita in relazione al rispetto delle restrizioni per l'esposizione della popolazione (Limiti di esposizione - DPCM 8/7/2003 - e Livelli di riferimento - Raccomandazione 1999/519/CE). I lavoratori che accedono alla Zona ad Accesso Limitato (es. operatore della pinza manuale) necessitano di valutazione specifica del rischio CEM. Per queste sorgenti tipicamente l'operatore è esposto a valori di campo che superano i VA, pertanto, risulta necessario valutare la conformità rispetto ai VLE mediante dosimetria numerica.	CEI EN-50505 Norma base per la valutazione umana ai campi elettromagnetici prodotti da apparecchiature per la saldatura e processi affini. CEI 211-6 Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana. Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE. Volume 1: Guida pratica. Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE. Volume 2: Studi di casi. CEI EN IEC 62822-1:2018 Valutazione delle restrizioni relative all'esposizione del corpo umano ai campi elettromagnetici (da 0 Hz a 300 GHz) Parte 1: norma di famiglia di prodotto	Lavoratori particolarmente sensibili al rischio Per i lavoratori particolarmente sensibili al rischio in nessun caso l'esposizione dovrà superare le restrizioni per l'esposizione della popolazione (Raccomandazione 1999/519/CE), facendo particolare attenzione ai portatori di DMIA per i quali si applicano ulteriori restrizioni. Per la valutazione più dettagliata consultare quanto riportato nella Parte 19 della Guida Applicativa – Allegato A

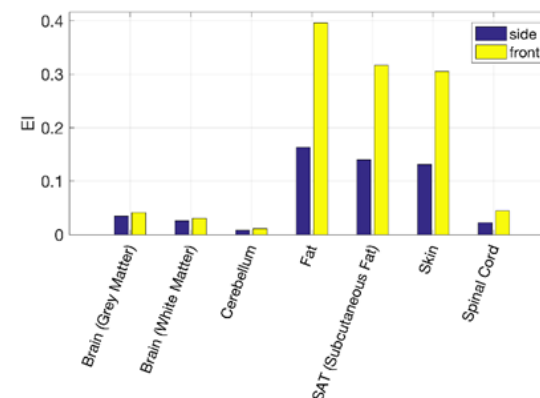
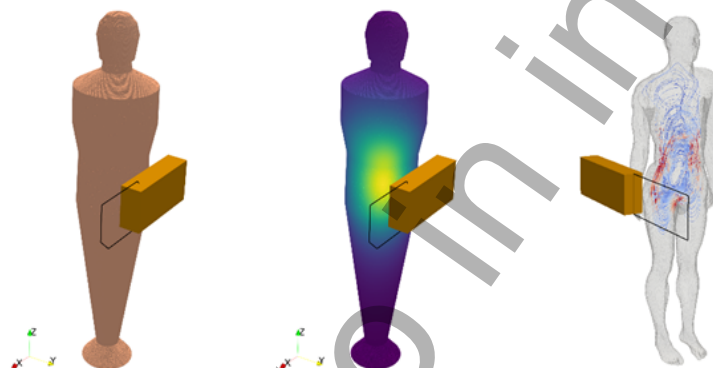
3070

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

La misura di prevenzione principe è la **ZONIZZAZIONE** che consiste nell'individuare e delimitare le diverse zone in cui sono rispettate le restrizioni statuite dalla legge. Per delimitare le diverse **zone di rispetto**, ad accesso libero ovvero controllato o limitato, vanno individuate tre zone in relazione ai limiti di esposizione per la popolazione e per i lavoratori, tenendo conto dei casi dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio. Alcuni esempi di valutazione delle zone sono riportati nelle figure sottostanti.



La presenza di lavoratori professionalmente esposti (es. operatore della pinza) all'interno della Zona ad accesso limitato richiede la valutazione di conformità rispetto ai VLE. Tale valutazione viene eseguita con modelli dosimetrici al fine di calcolare il campo elettrico indotto nel corpo umano. Sono disponibili diversi modelli di corpo umano più o meno complessi ed alcuni esempi sono riportati nelle figure sottostanti. L'esposizione risulta conforme se i VLE non sono superati in nessun punto del corpo umano.



Zona 0	Area accessibile al pubblico e ai lavoratori non esposti per ragione di carattere personale, in cui sono rispettati i livelli di riferimento della Raccomandazione Europea 1999/519/CE (popolazione) • Riferimenti normativi: Legge Quadro 36/2001 e Raccomandazione Europea 1999/519/CE. • Misure di tutela necessarie: non presenta alcun rischio di esposizione. Per i portatori di DMIA si applicano ulteriori restrizioni (Cfr. Parte 19, Allegato A)
Zona 1a	Area ad accesso limitato ai soli lavoratori esposti per ragioni professionali in cui sono rispettati i VA_{inf} del TUS • Riferimenti normativi: Tab.4 della Guida oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tabella B2 (VA). • Misure di tutela necessarie: a) l'accesso all'area deve essere interdetto al pubblico e al personale non esposto per ragioni di carattere professionale (esempio: area recintata con barriere di accesso, come serratura o lucchetto); b) deve essere apposta la pertinente segnaletica per i CEM; c) è vietato l'accesso ai lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio CEM; d) i lavoratori necessitano di valutazione specifica del rischio CEM e di specifica formazione e informazione.
Zona 1b	Area ad accesso limitato ai soli lavoratori esposti per ragioni professionali, in cui le esposizioni sono conformi ai VA_{sup} o ai VLE_{san} ma possono risultare superiori ai VLE_{sens} o ai VA_{inf}. Possono essere richieste misure di controllo per assicurare che il superamento dei VLE_{sens} sia solo temporaneo (condizioni di lavoro controllate). Nel caso di superamento dei VA_{inf} per il campo elettrico dovranno essere prese misure di protezione specifiche per il controllo delle microscariche. • Riferimenti normativi: Tab.3 oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tabella A2. • Misure di tutela necessarie: a) l'accesso all'area deve essere interdetto al pubblico e ai lavoratori non esposti per motivi professionali (esempio: area recintata con barriere di accesso, come serratura o lucchetto); b) deve essere apposta la pertinente segnaletica per i CEM; c) è vietato l'accesso ai lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio CEM; d) i lavoratori necessitano di valutazione specifica del rischio CEM e di specifica formazione e informazione; e) l'accesso è consentito solo ai lavoratori esposti per motivi professionali (operatore della pinza di saldatura) a patto che si sia dimostrata la conformità ai VA_{sup} o ai VLE mediante dosimetria (Cfr. Cap.9);

3072

TIPOLOGIA SORGENTE - APPARATO	AMBIENTE DI LAVORO	CARATTERISTICHE E DESCRIZIONE
STAZIONE RADIOBASE PER TELEFONIA MOBILE (SRB) 	A. LUOGHI ACCESSIBILI ESCLUSIVAMENTE AI LAVORATORI ADDETTI (esposizione di carattere professionale) B. LUOGHI ACCESSIBILI AL PUBBLICO E A TUTTI I LAVORATORI (esposizione di carattere NON professionale)	Stazione radio di terra dei servizi di telefonia mobile (SRB), destinata al collegamento radio dei terminali mobili con la rete del servizio di telefonia mobile (Legge Quadro 36/2001). In questa scheda si considera l'esposizione in presenza di un'unica installazione emittente. • Luogo accessibile solo ai lavoratori esposti per motivi professionali, ad es. addetti all'installazione e/o manutenzione dell'apparato, e solo in relazione allo svolgimento delle attività specifiche. • L'esposizione può superare le restrizioni per l'esposizione della popolazione fissate dalla legislazione nazionale vigente (DPCM 8 luglio 2003 – AF e s.m.i.). • Devono essere rispettati i limiti di cui all'Allegato XXXVI, Parte III del TUS (Cfr. Cap. 8 – Tabb. 5 e 6). • In base al Decreto Legislativo 259/2003 e s.m.i. (Codice delle comunicazioni elettroniche), per poter installare o modificare una SRB è necessario che l'esercente depositi al Comune la richiesta di autorizzazione o una SCIA, in funzione delle potenze emesse dalla sorgente, dichiarando i dati tecnici della stessa SRB. In assenza di tale atto, la SRB non può essere installata o modificata. • Gli enti preposti provvedono a verificare che la SRB rispetti i limiti di legge per la popolazione (DPCM 8 luglio 2003 – AF, aggiornato secondo il Decreto Legge n. 179 del 18 ottobre 2012) per tutte le aree ed edifici accessibili dalla popolazione (case private, uffici pubblici e privati, balconi, parchi, strade, ecc.). In assenza di tale valutazione la SRB non può essere installata e/o attivata e/o modificata. • Il processo autorizzativo di una SRB (installazione di una nuova SRB o modifica di una SRB preesistente) su un edificio nei pressi dei quali è ubicato il luogo di lavoro, assicura, in base ai D.lgs. 259/2003 e 70/2012 (Codice delle comunicazioni elettroniche), il rispetto delle restrizioni di legge per la popolazione. • Il DL, se necessario, può eventualmente acquisire dal Comune o dall'ente preposto l'autorizzazione più recente per l'installazione o la modifica della SRB • Il DL valuta il rischio e, qualora ravvisi un superamento delle restrizioni per l'esposizione della popolazione, richiede all'esercente di ricondurre le emissioni dell'installazione entro i limiti di legge, eventualmente ricorrendo all'organo di controllo.

3073

VALUTAZIONE DEL RISCHIO	RIFERIMENTI	CONSIDERAZIONI SPECIFICHE
Ai sensi della norma CEI EN 50499, le SRB rientrano tra le sorgenti <i>non conformi a priori</i>, ovvero che necessitano di ulteriore valutazione. In generale, la valutazione si rende necessaria solo per i lavoratori che possono accedere alla zona ad accesso limitato - ovvero ad una distanza inferiore a quella definita in relazione al rispetto delle restrizioni per l'esposizione della popolazione (Limiti di esposizione - DPCM 8/7/2003 AF). I lavoratori che accedono alla Zona ad Accesso Limitato (es. addetti alle manutenzioni, installatori etc.) necessitano di valutazione specifica del rischio CEM.	Legge Quadro 22 febbraio 2001, n. 36 – Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (GU n.55 del 7/3/2001) D.P.C.M. 8/7/2003 – AF (GU n.199 del 28/8/2003) Limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalla esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz). Decreto Legge n. 179 del 18/12/2012 (Decreto crescita 2.0) CEI EN 50499:2019 Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici". CEI EN 50413:2019 Norma di base sulle procedure di misura e di calcolo per l'esposizione umana ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (0-300 GHz). CEI EN 50527-1 Procedura per la valutazione dell'esposizione ai CEM dei lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi. Parte 1: Generalità Banca dati INAIL, Portale Agenti Fisici www.portaleagentifisici.it CEI 211-10 Guida alla realizzazione di una Stazione radio Base per rispettare i limiti di esposizione ai campi in alta frequenza. CEI 211-7/E Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz - 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana. Appendice E: Misura del campo elettromagnetico da stazioni radio base per sistemi di comunicazione mobile (2G, 3G, 4G) CEI EN 50385 Norma di prodotto per dimostrare la conformità delle stazioni radio base e delle stazioni terminali fisse per sistemi di telecomunicazione senza fili ai limiti di base e ai livelli di riferimento relativi all'esposizione umana ai campi elettromagnetici a radio frequenza (110 MHz - 40 GHz) – Popolazione CODICE DELLE COMUNICAZIONI ELETTRONICHE D.LGS. 259/03 e s.m.i	Lavoratori particolarmente sensibili al rischio Per i lavoratori particolarmente sensibili al rischio in nessun caso l'esposizione dovrà superare i livelli di riferimento (LR) per l'esposizione della popolazione di cui alla Raccomandazione 1999/519/CE. Per i portatori di DMIA la norma CEI EN 50527-1:2017 stabilisce che la verifica del rispetto dei LR di cui alla Raccomandazione 1999/519/CE deve essere condotta senza includere alcuna media temporale per frequenze superiori a 100 kHz, ai fini della prevenzione da possibili effetti indiretti di interferenza elettromagnetica con il funzionamento dei dispositivi (Cfr. Cap.7). Il rispetto dei Limiti di esposizione di cui al <i>DPCM 8 luglio 2003 – AF</i> (aggiornato secondo il Decreto Legge n. 179 del 18 ottobre 2012) assicura il rispetto dei LR di cui alla Raccomandazione 1999/519/CE. Per completezza, si ricorda che qualora si configuri anche un'esposizione a campi magnetici statici non deve essere superato il Valore di Azione (VA) di 0.5 mT per l'induzione magnetica di campi magnetici statici per i rischi di interferenza con DMIA di cui all'Allegato XXXVI, Parte II del TUS (Cfr. Cap. 8 – Tab. 4). Laddove siano rispettate le restrizioni per l'esposizione della popolazione di cui al DPCM 8/7/2003 – AF e alla Raccomandazione 1999/519/CE, devono essere altresì rispettate le indicazioni del MC e quelle contenute nel manuale d'uso del produttore/fornitore del DMIA. Per approfondimenti consultare quanto riportato nella Parte 19 della Guida Applicativa – Allegato A.

3074

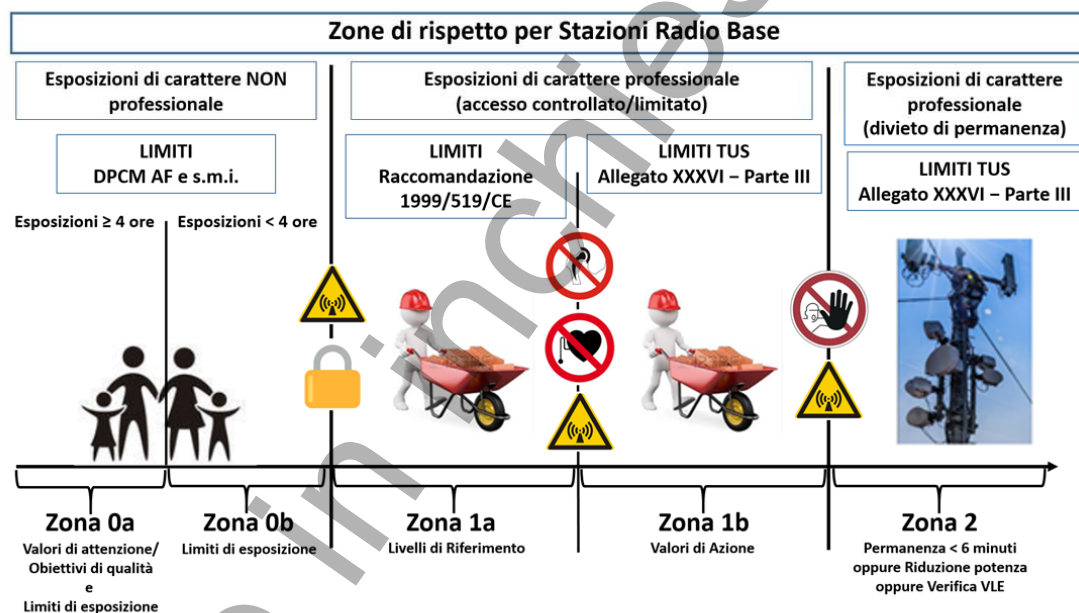
MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

La misura di prevenzione principe è la **ZONIZZAZIONE** che consiste nell'individuare e delimitare le diverse zone in cui sono rispettate le restrizioni statuite dalla legge.

Con riferimento alle **esposizioni non professionali**, si applicano le disposizioni contenute nel DPCM AF [4], recante la "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". L'applicazione dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità (per permanenze giornaliere continuative non inferiori a 4 ore) è ulteriormente disciplinata dal D.L. 179/2012 recante "Ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese" (c.d. Decreto Crescita 2.0), coordinato con la legge di conversione 17 dicembre 2012, n. 221.

Per delimitare le diverse **zone di rispetto**, ad accesso libero ovvero controllato o limitato, vanno individuate quattro zone, in relazione alle esposizioni professionali o non professionali, tenendo conto dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio, così come sintetizzato nella figura e nella tabella seguenti.

Si precisa che la zonizzazione non segue pedissequamente la CEI EN 50499 tenendo in conto il combinato disposto della normativa Italiana per la protezione della popolazione ai campi magnetici ed elettromagnetici (Legge Quadro 22 febbraio 2001, n. 36 e D.P.C.M. 8/7/2003 – AF) e quando previsto dalla CEI EN 50499.

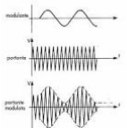


ZONIZZAZIONE	
Zona 0	Area accessibile al pubblico e ai lavoratori non esposti per ragione di carattere personale, in cui le esposizioni sono conformi all'insieme delle restrizioni per l'esposizione della popolazione di cui al DPCM 8 luglio 2003 – AF come modificato dal Decreto Legge 179/2012 (Cfr. Cap.8 – Tab.7). Ai sensi del DPCM AF, l'area può essere suddivisa in due sotto-zone: Zona 0a: area in cui sono rispettati i Limiti di esposizione e i Valori di attenzione/Obiettivi di qualità per l'esposizione della popolazione, come definiti dal D.P.C.M. 8/7/2003 – AF e s.m.i.; tale area può essere adibita a permanenze prolungate (uguali o superiori alle 4 ore giornaliere continuative) di lavoratori non esposti per ragioni di carattere professionale; Zona 0b: area in cui sono rispettati i Limiti di esposizione della popolazione ma possono essere superati Valori di attenzione/Obiettivi di qualità, come definiti dai D.P.C.M. 8/7/2003 – AF e s.m.i.; in tale area le permanenze dei lavoratori non esposti per ragioni di carattere professionale devono essere inferiori alle 4 ore giornaliere continuative. Misure di tutela necessarie: Alla Zona 0 possono accedere anche la popolazione e i lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio CEM quali i portatori di dispositivi medici passivi e le donne in gravidanza. Per i portatori di DMIA deve essere altresì verificato il rispetto dei LR della Raccomandazione 1999/519/CE su base istantanea (senza includere alcuna media temporale) nonché delle distanze di separazione dalle sorgenti giustificabili di CEM indicate dalla tabella 1 della norma CEI EN 50527-1 (Cfr. Parte 19, Allegato A).
Zona 1a	Area ad accesso limitato ai soli lavoratori esposti per motivi professionali, in cui sono rispettate le restrizioni per la popolazione di cui alla Raccomandazione 1999/519/CE (Cfr. Cap. 8 – Tab. 8). Misure di tutela necessarie: - l'accesso all'area deve essere controllato (esempio: area indicata/delimitata con barriere di accesso, es. serratura o lucchetto); - deve essere apposta la pertinente segnaletica per i CEM; - i lavoratori esposti per motivi professionali possono accedere senza riduzione di potenza e/o spegnimento della SRB; - in caso si renda necessario l'accesso di lavoratori non esposti per motivi professionali, si deve procedere ad una temporanea riduzione di potenza o allo spegnimento della SRB e/o delle altre sorgenti di CEM ragionevolmente vicine, al fine di contenere l'esposizione entro i limiti di esposizione fissati dal DPCM AF; - possono accedere anche lavoratori esposti per motivi professionali appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio per i quali sia stata effettuata una valutazione del rischio ad hoc e a cui siano stati forniti una informazione e informazione specifiche sul rischio CEM. Per i portatori di DMIA deve essere verificato il rispetto dei LR della Raccomandazione 1999/519/CE su base istantanea (senza includere alcuna media temporale) nonché delle distanze di separazione dalle sorgenti giustificabili di CEM indicate dalla tabella 1 della norma CEI EN 50527-1 (Cfr. Parte 19, Allegato A). Qualora si configuri anche un'esposizione a campi magnetici statici, non deve essere superato il VA di 0.5 mT per l'induzione magnetica di campi magnetici statici per i rischi di interferenza con DMIA. - i lavoratori necessitano di valutazione specifica del rischio CEM e di una specifica informazione.

3076

Zona 1b	Area ad accesso limitato ai soli lavoratori esposti per motivi professionali, in cui sono rispettati i valori di azione (VA) di cui all'Allegato XXXVI, Parte III del TUS (Cfr. Cap. 8, Tab. 6). Misure di tutela necessarie: a) L'accesso all'area deve essere interdetto al pubblico e al personale non esposto per motivi professionali (esempio: area recintata con barriere di accesso, es. serratura o lucchetto – se l'accesso è stato già ristretto in riferimento alla Zona 1a, non sono necessarie ulteriori restrizioni); b) deve essere apposta la pertinente segnaletica per i CEM; c) è vietato l'accesso ai lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio; d) i lavoratori esposti per motivi professionali possono accedere senza riduzione di potenza e/o spegnimento della SRB; e) i lavoratori necessitano di valutazione specifica del rischio CEM e di specifica formazione e informazione.
Zona 2	Area a permanenza vietata, in cui possono essere superati i valori di azione (VA) di cui all'Allegato XXXVI, Parte III del TUS (Cfr. Cap.8, Tab.6). L'accesso è consentito ai soli lavoratori esposti per motivi professionali solo se la permanenza è inferiore a 6 minuti (ad esempio, transito su una torre per raggiungere una postazione di lavoro esterna alla Zona 2) o sia attuata una temporanea riduzione di potenza e/o spegnimento della SRB. Misure di tutela necessarie: a) l'accesso all'area deve essere interdetto al pubblico e al personale non esposto per motivi professionali (esempio: area recintata con barriere di accesso, es. serratura o lucchetto – se l'accesso è stato già ristretto in riferimento alla Zona 1a, non sono necessarie ulteriori restrizioni). b) deve essere apposta la pertinente segnaletica per i CEM c) è vietato l'accesso ai lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio CEM d) l'accesso è consentito solo ai lavoratori esposti per motivi professionali (es. addetti alle manutenzioni, installatori etc.) per permanenze inferiori a 6 minuti (ad esempio, transito su una torre per raggiungere una postazione di lavoro esterna alla Zona 2) e) per le lavorazioni che prevedano una permanenza superiore a 6 minuti, si deve procedere ad una temporanea riduzione di potenza e/o spegnimento della SRB (o delle altre sorgenti CEM ragionevolmente vicine) fino a ricondurre l'esposizione almeno nel caso della Zona 1b; in alternativa si deve verificare attraverso calcoli dosimetrici il rispetto dei VLE relativi agli effetti sanitari; f) i lavoratori necessitano di valutazione specifica del rischio CEM e di specifica formazione e informazione.

3077

TIPOLOGIA SORGENTE - APPARATO	AMBIENTE DI LAVORO	CARATTERISTICHE E DESCRIZIONE
APPARATI DI DIFFUSIONE RADIOTELEVISIVA ANALOGICI/DIGITALI Trasmettitori DVB-T, DAB+, FM, OM, OC     		Impianti di diffusione radiofonica e/o televisiva costituiti da trasmettitori di potenza variabile, anche rilevante, collegati ad un sistema radiante (antenna o sistema di antenne) siti in luoghi normalmente non accessibili al pubblico. I sistemi radianti sono installati su tralicci, o altre strutture di sostegno (sorgenti DVBT, DAB+ e FM), oppure sono costituiti da tralicci autoirradianti o draglie in onda media (OM) o cortine in onda corta (OC). Possono inoltre essere presenti sorgenti di natura diversa: collegamenti in ponte radio, collegamenti satellitari, sorgenti IMT, punti di fornitura dell'energia elettrica (cabine BT/MT), ecc. Gli impianti possono trovarsi in siti isolati, aree tecniche oppure sulla sommità di edifici o insediamenti aziendali. Ai siti accedono solo lavoratori e soggetti legittimati a vario titolo ad essere ivi presenti, ma all'interno degli edifici possono accedere anche lavoratori non professionalmente esposti o la popolazione.
	A. LUOGHI ACCESSIBILI ESCLUSIVAMENTE A LAVORATORI ESPOSTI PER MOTIVI PROFESSIONALI	• Luoghi destinati alla frequentazione solo da parte di lavoratori esposti per motivi professionali, per la maggior parte lavoratori addetti all'installazione e/o manutenzione degli apparati; • In particolare, l'accesso al traliccio è permesso ai soli lavoratori esposti per motivi professionali ai CEM, sottoposti a sorveglianza sanitaria specifica relativamente al rischio in oggetto, e informati, formati e addestrati sia per il rischio relativo all'esposizione ai campi elettromagnetici, sia per quello relativo ai lavori in quota. • In questi luoghi l'esposizione può superare i Limiti di Esposizione previsti per popolazione (D.P.C.M AF art. 3.1); • Devono comunque essere rispettate le restrizioni stabilite dal TUS – Titolo VIII, Capo IV e Allegato XXXVI, Parte II e Parte III.
	B. LUOGHI ACCESSIBILI AL PUBBLICO E/O LAVORATORI NON ESPOSTI PER MOTIVI PROFESSIONALI	• Luoghi frequentati normalmente anche da lavoratori non esposti per motivi professionali o da visitatori esterni (popolazione); in questo caso è necessario verificare i tempi di permanenza facendo riferimento al D.P.C.M. AF e s.m.i. in particolare il Decreto Legge 18 ottobre 2012, n. 179 art. 14 • Nei luoghi adibiti a permanenze prolungate (non inferiori alle 4 ore giornaliere continuative) l'esposizione deve essere contenuta entro i Valori di Attenzione fissati nell' art. 3.2 del D.P.C.M. 8/7/2003 AF (Cfr. § 8.2); • Nei luoghi assimilabili a luoghi intensamente frequentati, come definito dall'art. 4 del D.P.C.M. 08/07/2003, l'esposizione deve essere contenuta entro gli Obbiettivi di Qualità stabiliti dall'art. stesso. • Nei luoghi adibiti a permanenze inferiori alle 4 ore giornaliere l'esposizione può superare i Valori di Attenzione dell'art. 3.2, ma deve essere contenuta entro i Limiti di Esposizione fissati dall'art. 3.1 del medesimo D.P.C.M 08/07/2003 AF. • Nel caso in cui l'esposizione sia generata da sorgenti la cui gestione non ricade sotto la sua diretta responsabilità, il DL valuta il rischio e, qualora ravvisi un superamento dei valori prescritti dal DPCM 8/7/2003 AF, richiede al responsabile delle sorgenti di ricondurre le emissioni entro i limiti di legge, eventualmente ricorrendo all'organo di controllo; • Nel caso di nuova installazione o di installazione preesistente su un edificio in cui è ubicato il luogo di lavoro, il DL deve acquisire dall'esercente l'autorizzazione alla installazione rilasciata dal Comune o Ente preposto.

VALUTAZIONE DEL RISCHIO	RIFERIMENTI	CONSIDERAZIONI SPECIFICHE
Tali tipologie di sorgenti/apparati rientrano tra quelle non conformi a priori, per cui sono necessarie ulteriori valutazioni o approfondimenti. Trattandosi di impianti fissi di radiodiffusione e di eventuale presenza di impianti fissi di telecomunicazioni, si applicano per i lavoratori non esposti per motivi professionali i più restrittivi Limiti di Esposizione insieme alle ulteriori restrizioni (Valori di Attenzione ed Obiettivi di Qualità) definiti per la popolazione nel D.P.C.M. AF, anziché quelli della Raccomandazione 1999/519/CE. In presenza di queste sorgenti il luogo di lavoro deve essere valutato secondo quanto previsto dalla Norma specifica CEI EN 50496. È necessario verificare, per tutta la banda di frequenza di interesse, se ci si trovi nella condizione di <i>campo vicino</i>, nel qual caso è necessario valutare separatamente il campo elettrico ed il campo magnetico. Restrizioni: Qualora il lavoratore debba operare davanti ai sistemi radianti, al fine di contenere l'esposizione è buona prassi prevedere lo spegnimento del trasmettitore. Nel caso in cui ciò non sia attuabile, è possibile ridurre la potenza ma è necessario che il DL verifichi che i pertinenti VLE siano rispettati.	Legge 22 febbraio 2001, n. 36 – Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (GU n.55 del 7/3/2001) D.P.C.M. AF Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz. D.P.C.M. BF Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete – 50 Hz – generati da elettrodotti. D.L. 18 ottobre 2012, n. 179 "Ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese" (c.d. Decreto Crescita 2.0). CEI EN 50499:2019: "Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici". CEI EN 50496:2019: "Misura dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici e valutazione del rischio potenziale per siti di diffusione radiotelevisivi" CEI EN 50413:2019 Norma di base sulle procedure di misura e di calcolo per l'esposizione umana ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (0-300 GHz). CEI EN 50420 Norma di base per la valutazione dell'esposizione umana campi elettromagnetici prodotti da un trasmettitore di radiodiffusione indipendente (30 MHz - 40 GHz) (si applica ultima edizione). EN 50554 Basic Standard for the in-situ assessment of a broadcast site related to general public exposure to radio frequency electromagnetic fields.	Lavoratori particolarmente sensibili al rischio Laddove siano rispettate le restrizioni per l'esposizione della popolazione di cui al D.P.C.M. AF, devono essere altresì rispettate le indicazioni del MC e quelle contenute nel manuale d'uso del produttore/fornitore del DMIA. Al fine di garantire l'immunità dei DMIA da possibili rischi d'interferenza, la norma CEI EN 50527-1 richiede la verifica del rispetto dei LR della Raccomandazione 1999/519/CE senza includere alcuna media temporale per frequenze superiori a 100 kHz. Nel caso di presenza di soggetti particolarmente sensibili al rischio CEM, come i portatori di dispositivi medici impiantati o indossati sul corpo (attivi o passivi), le donne in stato di gravidanza e i minori, non deve essere consentito l'accesso nelle aree dove siano superate le restrizioni per l'esposizione della popolazione stabilite dalla legislazione vigente. Per approfondimenti sui lavoratori particolarmente sensibili al rischio CEM consultare quanto riportato nella Parte 19, Appendice A.

	CEI EN 50647 Norma base per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettrici e magnetici generati da apparecchiature ed installazioni per la produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. CEI EN 50527-1:2017 Procedura per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici dei lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi Parte 1: Generalità. CEI EN 50527-2-1 Procedura per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici dei lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi". Parte 2-1: Valutazione specifica per lavoratori con stimolatore cardiaco (pacemaker); CEI EN 50527-2-2 Procedura per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici dei lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi – Parte 2-2: Valutazione specifica per lavoratori con defibrillatori cardiaci impiantati (ICDs) CEI EN 50527-2-3 Procedure for the assessment of the exposure to electromagnetic fields of workers bearing active implantable medical devices CEI 211-7 Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana CEI 211-7/D Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana. Appendice D: Misura e valutazione del campo elettromagnetico emesso dagli impianti di radiodiffusione	
--	--	--

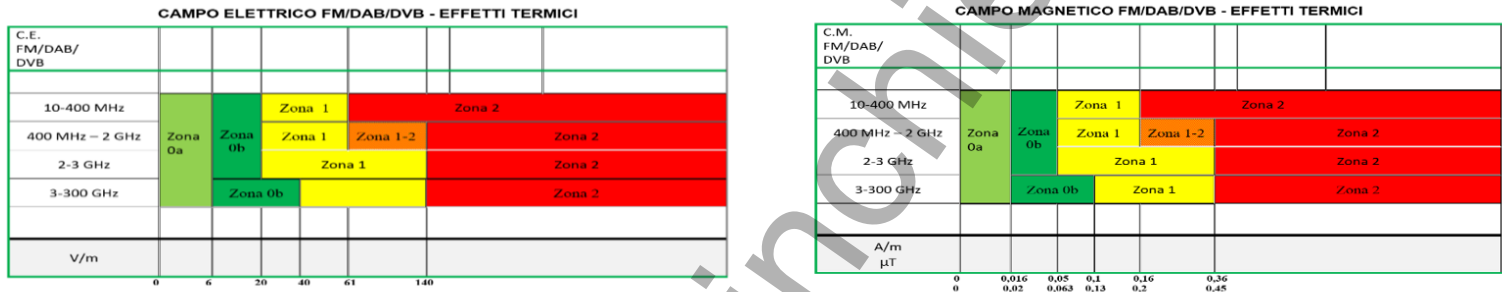
3080

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

La misura di prevenzione principe è la **ZONIZZAZIONE**, che consiste nell'individuare e delimitare le diverse zone in cui sono rispettate le restrizioni statuite dalla legge, come definito nelle Norme CEI EN 50496 (specifica siti broadcast) e EN 50499 (generale).

Con riferimento alle **esposizioni non professionali**, si applicano le disposizioni contenute nel Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri (D.P.C.M.) in data 8 luglio 2003, recante la "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". L'applicazione degli obiettivi di qualità e dei valori di attenzione (per permanenze giornaliere continuative non inferiori a 4 ore) è ulteriormente disciplinata dal Decreto-legge 18 ottobre 2012, n. 179 recante "Ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese", coordinato con la legge di conversione 17 dicembre 2012, n. 221.

Per delimitare le diverse **zone di rispetto**, ad accesso libero ovvero controllato o limitato, vanno individuate tre zone (e relative sotto-zone) in relazione ai limiti di esposizione per la popolazione e per i lavoratori, tenendo conto dei casi dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio. Un esempio di possibile zonizzazione per gli effetti termici è sintetizzato nella figura seguente per impianti con sorgenti FM, DAB, DVB, considerando la conformità con i VA previsti per le frequenze in gioco. Le zone descritte sono modificate rispetto a quelle definite nella EN 50496 per tenere conto delle restrizioni fissate dalla legislazione nazionale per l'esposizione della popolazione e le esposizioni non professionali.



Zona 0*	Area accessibile al pubblico o personale non esposto per motivi professionali nella quale l'esposizione è conforme alle restrizioni per la popolazione fissati dalla legislazione italiana vigente (come definiti nella L. 36/2001 e D.P.C.M. 8/7/2003 AF e s.m.i.); tale zona può essere suddivisa in due ulteriori sottozone: • Zona 0a: area con valori del CEM inferiore o uguale ai Limiti di esposizione e ai Valori di attenzione/Obiettivi di qualità relativi alla popolazione, come definito dai D.P.C.M. AF e s.m.i.; • Zona 0b: area con valore del CEM superiore ai Valori di attenzione/Obiettivi di qualità, ma inferiore ai limiti di esposizione relativi alla popolazione, come definito dai D.P.C.M. AF e s.m.i. * Rispetto a quanto definito nella Norma EN 50496:2018 (CEI EN 50496:2019-10), alla Zona 0 si applicano i Limiti di Esposizione previsti dalla legislazione italiana per la popolazione anziché i Livelli di Riferimento della Raccomandazione Europea 519/1999/CE. Misure di tutela necessarie: non presenta alcun rischio di esposizione. Possono accedere anche la popolazione e i lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio CEM (per es: portatori di dispositivi medici impiantati o indossati (attivi o passivi), donne in gravidanza, ecc.)
Zona 1	Area ad accesso controllato destinata prevalentemente a frequentazione da parte di personale esposto per motivi professionali, nella quale l'esposizione è superiore ai limiti di esposizione relativi alla popolazione definiti dai D.P.C.M. AF e s.m.i., ma è conforme ai valori di azione stabiliti per i lavoratori (definiti nell'art. 208 del TUS); tale zona viene suddivisa in tre ulteriori sottozone (CEI EN 50496:2018): • Zona 1a: aree nelle quali è verificata la conformità con tutti i valori di azione; • Zona 1x: aree nelle quali è verificata la conformità con i valori di azione dell'Allegato XXXVI parte III (Effetti Termici) e con i valori di azione superiori della parte II (Effetti Non Termici) del medesimo Allegato del D.Lgs. n. 81/2008. • Zona 1b: aree nelle quali è verificata la conformità con i valori limite di esposizione ma non con i valori di azione. Misure di tutela necessarie: l'accesso alla Zona in oggetto è consentito ai soli lavoratori esposti per motivi professionali. Laddove sia verificato il superamento dei VA per gli effetti sensoriali, devono essere attuate le misure di prevenzione di cui all'art. 210, comma 1 del TUS. Il Datore di Lavoro deve tenere presente l'esposizione dei lavoratori nell'organizzazione delle attività nel luogo di lavoro, ed in particolare bisogna tener conto dei lavoratori maggiormente sensibili al rischio CEM, come portatori di dispositivi medici (attivi o passivi) impiantati o indossati e lavoratrici gestanti, per i quali, per il principio di maggior tutela, l'accesso alla Zona in oggetto deve essere interdetto.
Zona 2	Area ad accesso limitato in prossimità delle antenne, nella quale il valore del CEM è superiore ai valori limite di esposizione per i lavoratori. Misure di tutela necessarie: nessuno può accedere al luogo di lavoro, salvo modificarlo temporaneamente almeno in Zona 1 (per esempio, mediante riduzioni della potenza). L'accesso alla Zona 2 deve essere sempre impedito da ostacoli fisici o provvedimenti gestionali e deve essere opportunamente segnalato.

3082

TIPOLOGIA SORGENTE - APPARATO	AMBIENTE DI LAVORO	CARATTERISTICHE E DESCRIZIONE		
APPARATI DI COMUNICAZIONE SENZA FILI es. Router Wi-Fi o Bluetooth, computer o terminali IT equipaggiati con sistemi di comunicazione wireless	TUTTI i luoghi di lavoro contenenti terminali o punti di accesso WLAN	Apparati di comunicazione senza fili installati in luoghi accessibili al pubblico ed utilizzati conformemente a quanto indicato dal produttore/fornitore nel libretto di uso e manutenzione. I terminali WiFi o Bluetooth (e.g. computer, telefoni, tablet) sono disponibili per utilizzo diretto, determinando un'esposizione localizzata dell'utente a una distanza ravvicinata, tipicamente inferiore a 15 cm. I punti di accesso WLAN (WiFi o Bluetooth) non configurano un utilizzo diretto da parte dell'utente generico (luoghi di lavoro contenenti, nella Guida Pratica non vincolante); in presenza di tali punti di accesso l'esposizione avviene a distanze tipicamente superiori ai 15 cm.		
		VALUTAZIONE DEL RISCHIO	RIFERIMENTO	CONSIDERAZIONI SPECIFICHE
 	Tali tipologie di sorgenti/apparati rientrano tra quelle giustificabili, ovvero conformi a priori, per cui non sono necessarie ulteriori valutazioni o approfondimenti se utilizzati conformemente a quanto indicato dal produttore/fornitore nel libretto di uso e manutenzione. Rispettano i livelli di riferimento per l'esposizione della popolazione (Raccomandazione 1999/519/CE). Restrizioni: Nel caso di presenza di un portatore di dispositivo medico impiantato attivo (DMIA), soggetto definito come particolarmente sensibile al rischio CEM, le eventuali restrizioni all'utilizzo diretto sono prescritte nel manuale di istruzioni del DMIA, ai sensi della normativa di prodotto.	CEI EN 50499:2019 "Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici". CEI EN 50527-1 Procedura per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici dei lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi Parte 1: Generalità. (portatori DMIA) Banca dati INAIL (PAF)	PORTATORI DMIA Le misure di tutela da mettere in atto, da parte del DL, in caso di utilizzo diretto del terminale da parte di portatori di DMIA, devono rispettare le indicazioni del MC nonché le raccomandazioni del produttore/fornitore contenute nel manuale d'uso del DMIA. La norma tecnica di riferimento per la valutazione del rischio per i lavoratori portatori di DMIA è la norma CEI EN 50527-1. Misura di prevenzione e protezione Per portatori di pacemaker e defibrillatori, la distanza di interferenza tra la sorgente e il DMIA è di 15 cm per potenze di picco fino 2 W. Pertanto, in presenza di punti di accesso WLAN, il DL dovrà verificare che l'apparato sia localizzato ad una distanza di almeno 15 cm rispetto al passaggio delle persone (lavoratori, pubblico). Per approfondimenti sui portatori di DMIA consultare quanto riportato nella Parte 19, Allegato A.	
MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE				
Non sono necessarie misure di prevenzione e protezione a meno delle indicazioni specifiche per i portatori di DMIA (vedere sezione "considerazioni specifiche")				

TIPOLOGIA SORGENTE - APPARATO	AMBIENTE DI LAVORO	CARATTERISTICHE E DESCRIZIONE
STAZIONI DI TRASFORMAZIONE A SERVIZIO DELLA RETE DI TRASPORTO FERROVIARIO (SSE) 	LUOGHI ACCESSIBILI ESCLUSIVAMENTE A LAVORATORI ADDETTI e a personale AUTORIZZATO <i>(esposizioni di carattere non professionale e professionale)</i>	Le Sottostazioni Elettriche sono stazioni di trasformazione della tensione elettrica destinate all'alimentazione dei servizi di trasporto ferroviario. Le SSE rappresentano uno specifico sottoinsieme degli elettrodotti, come definiti dalla Legge 22 febbraio 2001, n. 36. • Luoghi accessibili esclusivamente a personale autorizzato; • L'esposizione, a seconda della Zona interna alla stazione di trasformazione (Cfr. § 16.1), può superare i livelli di riferimento per l'esposizione della popolazione (Raccomandazione 1999/519/CE o DPCM BF). Nelle Zone 1 e 2, si applicano i limiti del TUS, Allegato XXXVI, Parte II (Cfr. Tabb. 3 e 4); • I lavoratori che, in relazione allo svolgimento di specifiche attività lavorative, sono sottoposti ad esposizione di carattere professionale andranno sottoposti a sorveglianza sanitaria specifica relativamente al rischio in oggetto e informati, formati e addestrati per il rischio specifico all'esposizione ai campi elettromagnetici.

3084

VALUTAZIONE DEL RISCHIO	RIFERIMENTI	CONSIDERAZIONI SPECIFICHE
Le sottostazioni rientrano tra le sorgenti non conformi a priori (ai sensi della norma CEI EN 50499 [25]), per cui sono necessarie ulteriori valutazioni o approfondimenti. Con riferimento alle esposizioni di carattere professionale, per una valutazione più approfondita ai fini della verifica della conformità ai VA stabiliti dal TUS, si può far riferimento alla norma CEI EN 50647 [29], che fornisce una procedura generale per la valutazione dell'esposizione di carattere professionale ai campi elettrici e magnetici nei luoghi di lavoro connessi alla produzione e distribuzione di energia elettrica. La norma definisce le procedure di valutazione e i criteri di conformità applicabili all'industria elettrica. La gamma di frequenze considerate dalla Norma va dalla corrente continua fino a 20 KHz. In questa banda di frequenze estremamente basse i campi elettrici e magnetici sono grandezze tra loro indipendenti e, pertanto, entrambi devono essere considerati nella valutazione dell'esposizione. Per tali sorgenti, il rispetto dei $VA_{inf}(E)$ permette di prevenire le scariche elettriche nell'ambiente di lavoro. Con riferimento alle esposizioni di carattere non professionale, si applicano le disposizioni contenute nel DPCM BF [5], recante la "fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti" (Cfr. § 8.2 della Guida).	Legge 22 febbraio 2001, n. 36 – Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici D.P.C.M. 8/7/2003 BF Limiti di esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete – 50 Hz – generati da elettrodotti EN IEC 62311:2019 Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz) CEI EN 50500: 2009 Procedure di misura del livello dei campi magnetici generati dai dispositivi elettronici ed elettrici nell'ambiente ferroviario in riferimento all'esposizione umana CEI EN 50647:2018 Norma base per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettrici e magnetici generati da apparecchiature ed installazioni per la produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. CEI EN 50499:2019 Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici". CEI EN 50413:2019 Norma di base sulle procedure di misura e di calcolo per l'esposizione umana ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (0-300 GHz)	Lavoratori particolarmente sensibili al rischio Per i lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio, tra cui le lavoratrici in stato di gravidanza e i portatori di DMIA, in nessun caso l'esposizione dovrà superare i livelli di riferimento per l'esposizione della popolazione di cui al DPCM BF (Cfr. § 8.2). Qualora si configuri anche un'esposizione a campi magnetici statici, non deve essere superato il Valore di Azione (VA) di 0.5 mT per l'induzione magnetica di campi magnetici statici per i rischi di interferenza con DMIA, quali ad esempio gli stimolatori cardiaci (Tab.4 oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tabella B4). Al fine di prevenire il rischio di attrazione e propulsivo nel campo periferico di sorgenti di campo magnetico statico ad alta intensità (> 100 mT), deve essere rispettato il VA di 3 mT per l'induzione magnetica di campi magnetici statici (Tab.4 oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tabella B4). Laddove siano rispettate le restrizioni per l'esposizione della popolazione di cui al DPCM 8/7/2003 BF, devono essere altresì rispettate le indicazioni del MC e quelle contenute nel manuale d'uso del fabbricante/distributore del DMIA. Per approfondimenti consultare quanto riportato nella Parte 19 della Guida Applicativa – Allegato A

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE	
La misura di prevenzione principale è la ZONIZZAZIONE, che consiste nell'individuare e delimitare le diverse zone in cui sono rispettate le restrizioni statuite dalla legge, come descritto nella norma CEI EN 50499 (Cfr. § 16.1 della Guida). Per delimitare le diverse zone di rispetto, ad accesso libero o controllato, vanno individuate quattro zone in relazione ai limiti di esposizione per la popolazione e per i lavoratori tenendo conto dei casi dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio.	
 Le SSE sono aree di lavoro ad accesso controllato in cui può accedere solo personale autorizzato	
Zona 0 	Area nella quale le esposizioni sono conformi all'insieme delle restrizioni per l'esposizione della popolazione (come definiti nella L. 36/2001 e D.P.C.M. BF) (Cfr. § 8.2 e § 16.1); la Zona 0, in virtù della specifica legislazione italiana (Cfr. § 16.1), può essere suddivisa in due ulteriori sottozone: • Zona 0a: area in cui si rispettano i limiti di esposizione relativi alla popolazione, ma caratterizzata da valori del campo magnetico che potrebbero risultare superiori al valore di attenzione/obiettivo di qualità (valori definiti come mediana sulle 24 ore). Devono in ogni caso essere rispettati i Limiti di Esposizione (valori definiti su base istantanea). • Zona 0b: area in cui si rispettano i limiti di esposizione relativi alla popolazione ma caratterizzata da valori del campo magnetico che potrebbero risultare superiori al valore di attenzione/obiettivo di qualità Misure di tutela necessarie: la Zona 0 non presenta alcun rischio in relazione all'esposizione ai CEM (Cfr. Cap.7). Può accedere anche la popolazione e i lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio CEM (per es. portatori di dispositivi medici impiantati o indossati attivi o passivi, donne in gravidanza, ecc.). Qualora si configuri anche un'esposizione a campi magnetici statici, non deve essere superato il VA di 0.5 mT per l'induzione magnetica di campi magnetici statici per i rischi di interferenza con DMIA attivi. Per i portatori di DMIA devono essere rispettate le distanze di separazione dalle sorgenti giustificabili di CEM indicate dalla tabella 1 della norma CEI EN 50527-1 (Cfr. Parte 19, Allegato A).

Zona 1	Area accessibile esclusivamente a lavoratori esposti per motivi professionali (ad esempio addetti alle attività di controllo e manutenzione degli impianti) e solo in relazione allo svolgimento delle specifiche attività. In conformità alla norma CEI EN 50499, tale zona viene suddivisa in due ulteriori sottozone (Cfr. § 15.1): Zona 1a: area in cui le esposizioni possono essere superiori ai limiti per la popolazione (Cfr. § 8.2) ma sono conformi ai VA_{inf} o ai VLE_{sens} (Tabelle 3 e 4 della Guida oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tabella A3 e Tabelle B1 e B2); Zona 1b: area in cui le esposizioni sono conformi ai VA_{sup} o ai VLE_{san} ma possono eccedere i VA_{inf} o i VLE_{sens} (Tabelle 3 e 4 della Guida oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tabella A2e Tabelle B1 e B2) e in cui può essere necessario adottare misure di controllo specifiche. Misure di tutela necessarie: a) interdizione dell'accesso all'area ai non addetti (esempio: area recintata con barriere di accesso, serratura o lucchetto); b) vietare l'accesso ai lavoratori appartenenti a gruppi <i>particolarmente sensibili al rischio</i> CEM a meno che non sia stata effettuata una valutazione ad hoc e risulti che non vi siano rischi c) delimitare l'accesso all'area con l'apposizione della pertinente segnaletica per i CEM ai sensi dalla normativa vigente; d) valutazione specifica del rischio CEM e formazione e informazione specifica per i lavoratori che vi accedono; e) in caso di superamento dei VLE_{sens}, lo stesso deve essere solo temporaneo e devono essere adottate misure di protezione specifiche, quali il controllo dei movimenti nel caso di esposizione a campi magnetici statici o quasi statici; f) in caso di superamento del VA_{inf} per il campo elettrico il DL deve adottare misure finalizzate a prevenire il rischio di microscariche (Cfr. Parte 19, Allegato D).
Zona 2	Area ad accesso vietato, in cui l'esposizione può superare i VLE_{san} (Tabella 3 della Guida oppure TUS, Allegato XXXVI, Parte II, Tabella A2). Misure di tutela necessarie: definizione e attuazione di procedure autorizzative per l'accesso. In tale zona nessuno può accedere, salvo ridurre temporaneamente l'esposizione fino a ricadere almeno nel caso della Zona 1 oppure se è stata richiesta ed autorizzata una deroga specifica (Cfr. § 10.2). L'accesso alla Zona 2 deve essere sempre impedito da ostacoli fisici o provvedimenti gestionali e deve essere opportunamente segnalato.

3087

3088

PARTE 22

3089

LEGISLAZIONE

3090

- 3091 [1] Decreto legislativo 9 aprile 2008 n.81 (D.Lgs. 81/2008) – Testo coordinato con il
3092 D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106 – “Attuazione dell’art. 1 della legge 3 agosto 2007, n.
3093 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”. Gazzetta
3094 Ufficiale n. 101 del 30 aprile 2008 - Suppl. Ordinario n. 108 – Decreto integrativo e
3095 correttivo: Gazzetta Ufficiale n. 180 del 05 agosto 2009 - Suppl. Ordinario n. 142/L
3096 e s.m.i
- 3097 [2] Decreto Legislativo 1 agosto 2016, n. 159: “Attuazione della direttiva 2013/35/UE
3098 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all’esposizione dei
3099 lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti *fisici* (*campi* elettromagnetici) e che abroga
3100 la direttiva 2004/40/CE”. G.U. Serie generale n.192 del 18.8.2016;
- 3101 [3] Legge 22 febbraio 2001, n.36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a
3102 campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”. G.U. n. 55 del 7 marzo 2001;
- 3103 [4] Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 “Fissazione dei limiti
3104 di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione
3105 della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
3106 generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz”. G.U. n. 199 del 28-8-2003;
- 3107 [5] Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 “*Fissazione dei limiti
3108 di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione
3109 della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di
3110 rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti*”. G.U. n. 200 del 29-8-2003;
- 3111 [6] Legge 221/2012, Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 18
3112 ottobre 2012, n. 179 recante “Ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese” (c.d.
3113 Decreto Crescita 2.0), coordinato con la legge di conversione 17 dicembre 2012, n.
3114 221”. G.U. n. 294 del 18 dicembre 2012. Art. 14 “Interventi per la diffusione delle
3115 tecnologie digitali”. Comma 10, 11 e 12.
- 3116 [7] Decreto Legge 12 settembre 2014, n. 133: “Misure urgenti per l’apertura dei cantieri,
3117 la realizzazione delle opere pubbliche, la digitalizzazione del Paese, la
3118 esemplificazione burocratica, l’emergenza del dissesto idrogeologico e per la ripresa
3119 delle attività produttive.” CAPO II – “Misure per il potenziamento delle reti
3120 autostradali e di telecomunicazioni.” Art. 6, Comma 5. (c.d. Decreto Assorbimenti)
- 3121 [8] Decreto 2 dicembre 2014, G.U. n. 296 del 22-12-2014: “Linee guida, relative alla
3122 definizione delle modalità con cui gli operatori forniscono all’ISPRA e alle
3123 ARPA/APPA i dati di potenza degli impianti e alla definizione dei fattori di riduzione
3124 della potenza da applicare nelle stime previsionali per tener conto della variabilità
3125 temporale dell’emissione degli impianti nell’arco delle 24 ore.” (c.d. Decreto ALFA24)
- 3126 [9] Decreto 7 dicembre 2016, G.U. n. 19 del 24-01-2017: “Approvazione delle Linee
3127 guida, predisposte dall’ISPRA e dalle ARPA/APPA, relativamente alla definizione
3128 delle pertinenze esterne con dimensioni abitabili (c.d. Decreto Pertinenze).
- 3129 [10] Decreto legislativo del 27 gennaio 2010, n.17, Attuazione della Direttiva 2006/42/CE
3130 relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori.
3131 Gazzetta Ufficiale Serie Generale n.41 del 19-02-2010 - Suppl. Ordinario n. 36)
- 3132 [11] Decreto Legislativo 18 agosto 2000, n. 262 “Disposizioni integrative e correttive del
3133 decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 345, in materia di protezione dei giovani sul
3134 lavoro, a norma dell’art. 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128” (Gazzetta
3135 Ufficiale Serie Generale n. 224 del 25-09-2000).
- 3136 [12] Decreto Legislativo 26 marzo 2001, n. 151 e s.m.i. Testo unico delle disposizioni
3137 legislative in materia di tutela e sostegno della maternità e della paternità, a norma
3138 dell’art. 15 della legge 8 marzo 2000, n. 53. (G.U. 26 aprile 2001 n. 96 - Supplemento
3139 Ordinario n. 93).

- 3140 [13] Decreto Legislativo 4 agosto 1999, n. 345 “Attuazione della direttiva 94/33/CE
3141 relativa alla protezione dei giovani sul lavoro” (GU Serie Generale n.237 del 08-10-
3142 1999).
- 3143 [14] Direttiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 giugno 2013
3144 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all’esposizione dei
3145 lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima
3146 direttiva particolare ai sensi dell’art. 16, par. 1, della direttiva 89/391/CEE) e che
3147 abroga la direttiva 2004/40/CE. G.U.U.E L179/1 del 26-6-2013; Direttiva 90/385/CEE
3148 del Consiglio, del 20 giugno 1990, per il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati
3149 Membri relative ai dispositivi medici impiantabili attivi.
- 3150 [15] Direttiva 93/42/CEE del Consiglio del 14 giugno 1993 concernente i dispositivi
3151 medici.
- 3152 [16] Direttiva 2007/47/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 settembre 2007,
3153 che modifica la direttiva 90/385/CEE del Consiglio per il ravvicinamento delle
3154 legislazioni degli Stati membri relative ai dispositivi medici impiantabili attivi, la
3155 direttiva 93/42/CEE del Consiglio concernente i dispositivi medici, e la direttiva
3156 98/8/CE relativa all’immissione sul mercato dei biocidi.
- 3157 [17] Regolamento (UE) 2017/745 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 aprile
3158 2017, relativo ai dispositivi medici, che modifica la direttiva 2001/83/CE, il
3159 regolamento (CE) n. 178/2002 e il regolamento (CE) n. 1223/2009 e che abroga le
3160 direttive 90/385/CEE e 93/42/CEE del Consiglio.
- 3161 [18] Raccomandazione del Consiglio delle Comunità europee, 12 luglio 1999:
3162 “Limitazione dell’esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a
3163 300 GHz (1999/519/CE)”. G.U.C.E. L 199 del 30.7.1999;
- 3164 [19] ICNIRP: “Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and
3165 Electromagnetic Fields (Up to 300 GHz)”. Health Physics, Vol. 74, n.4, 1998;
- 3166 [20] ICNIRP: “Guidelines on Limits of Exposure to Static Magnetic Fields”. Health
3167 Physics, Vol. 96, n.4, 2009;
- 3168 [21] ICNIRP: “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields
3169 (1 Hz to 100 kHz)”. Health Physics, Vol. 99, n.6, 2010;
- 3170 [22] ICNIRP: “Guidelines for limiting exposure to electric fields induced by movement of
3171 the human body in a static magnetic field and by time varying magnetic fields below
3172 1 Hz”. Health Physics, Vol. 106, n.3, 2014;
- 3173 [23] World Health Organization. Environmental Health Criteria 232. Static Fields. ISBN
3174 9241572329
- 3175 [24] CEI EN 50413 - Norma di base sulle procedure di misura e di calcolo per
3176 l’esposizione umana ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (0 Hz-300 GHz)
- 3177 [25] CEI EN 50499:2020 -Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai
3178 campi elettromagnetici CEI EN 60601-2-33 - “Apparecchi elettromedicali - Parte 2:
3179 Prescrizioni particolari relative alla sicurezza fondamentale e alle prestazioni
3180 essenziali di apparecchi a risonanza magnetica per diagnostica medica”, 2011.
- 3181 [26] CEI EN 50527-1:2017 Procedura per la valutazione dell'esposizione ai campi
3182 elettromagnetici dei lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi Parte 1:
3183 Generalità.
- 3184 [27] CEI UNI EN 45502-1:2018 Impianti per chirurgia - Dispositivi medici impiantabili
3185 attivi Parte1: Requisiti generali per la sicurezza, la marcatura e le informazioni che
3186 devono essere fornite dal fabbricante
- 3187 [28] CEI EN 50496:2018 Misura dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici
3188 e valutazione del rischio potenziale per siti di diffusione radiotelevisiva
- 3189 [29] CEI EN 50647:2018 “Basic standard for the evaluation of workers' exposure to
3190 electric and magnetic fields from equipment and installations for the production,
3191 transmission and distribution of electricity

- 3192 [30] CEI 60601-2-33. Apparecchi elettromedicali - Parte 2: Norme particolari di sicurezza
3193 relative agli apparecchi a risonanza magnetica per diagnostica medica
- 3194 [31] CEI EN 62822-2 Apparecchiature per saldatura elettrica - Valutazione dei limiti
3195 relativi all'esposizione umana ai campi elettromagnetici (da 0 Hz a 300 GHz) Parte
3196 2: Apparecchiature per la saldatura ad arco
- 3197 [32] CEI EN 60601-1-2:2018 Medical electrical equipment - Part 1-2: General
3198 requirements for basic safety and essential performance - Collateral Standard:
3199 Electromagnetic disturbances - Requirements and tests
- 3200 [33] IEC EN 62311:2019 Assessment of electronic and electrical equipment related to
3201 human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz) che
3202 aggiorna la CEI EN 62311:2008
- 3203 [34] IEC 60990:2016 Methods of measurement of touch current and protective conductor
3204 current
- 3205 [35] IEC 62226-1:2004 Exposure to electric or magnetic fields in the low and intermediate
3206 frequency range - Methods for calculating the current density and internal electric
3207 field induced in the human body - Part 1: General
- 3208 [36] IEC TR 63167:2018 Assessment of contact current related to human exposure to
3209 electric, magnetic and electromagnetic fields
- 3210 [37] Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE
3211 relativa ai campi elettromagnetici. Volume 1 – Guida pratica, Volume 2 – Studi di casi,
3212 Volume 3 – Guida per le PMI. Unione Europea, 2015.
- 3213 [38] Portale Agenti Fisici (<http://www.portaleagentifisici.it>).
- 3214 [39] Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle
3215 Province autonome. Decreto legislativo 81/2008, Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V,
3216 sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei
3217 luoghi di lavoro – Indicazioni operative. Documento n. 1-2009, Revisione 03 –
3218 approvata il 13/2/2014 – con aggiornamenti legislativi e normativi al 2013. Revisione
3219 Titolo VIII-Capo IV: 2019)
- 3220 [40] FAQ Agenti Fisici – Campi elettromagnetici. Coordinamento Tecnico per la sicurezza
3221 nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome, in collaborazione con
3222 INAIL e Istituto Superiore di Sanità. “Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i., Titolo VIII,
3223 Capo IV – Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a campi
3224 elettromagnetici. Indicazioni operative” ([https://www.portaleagentifisici.it/ rev1](https://www.portaleagentifisici.it/rev1) del
3225 20.06.2019).
- 3226 [41] “Linee guida per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a radiazioni non
3227 ionizzanti” dell'Associazione Italiana di Radioprotezione Medica (AIRM).
3228 Pubblicazione AIRM, ultima revisione in vigore.
- 3229 [42] WebNIR - *Strumenti web di ausilio alla valutazione dell'esposizione occupazionale*
3230 *ai campi elettromagnetici* Portale sviluppato nell'ambito del progetto ex bando INAIL
3231 Bric-2016 (P4-ID30) Strumenti web di ausilio alla valutazione del rischio da
3232 esposizione a campi elettromagnetici - anche in riferimento ai portatori di dispositivi
3233 medici impiantabili attivi - e a radiazioni ottiche artificiali (<http://webnir.ifac.cnr.it/>)
- 3234 [43] Atti dBA Incontri 2016 – Campi elettromagnetici nei luoghi di lavoro. Legislazione,
3235 Valutazione, Tutela
- 3236 [44] Laakso I, Kannala S, Jokela K. Computational dosimetry of induced electric fields
3237 during realistic movements in the vicinity of a 3 T MRI scanner. Phys Med Biol. 2013;
3238 21: 2625–2640.
- 3239 [45] Schaap K, De Vries YC, Goulet EC, Kromhout H. Work-related factors associated
3240 with occupational exposure to static magnetic stray fields from MRI scanners. Magn
3241 Reson Med. 2016; 75:2141–2155.
- 3242 [46] R. Falsaperla D. Andreuccetti, G.M. Contessa, V. Lopresto, R. Pinto, A. Polichetti,
3243 M. Tomaiuolo, N. Zoppetti, “Campi magnetici statici negli ambienti di lavoro:

- 3244 problematiche legate al movimento e approcci alla valutazione dell'esposizione", Atti
3245 del XXXVI Convegno nazionale di radioprotezione AIRP, 28-20 ottobre 2015, Matera
3246 (ISSN: 1591-3481).
- 3247 [47] Andreuccetti, D., Biagi, L., Burriesci, G., Cannatà, V., Contessa, G.M., Falsaperla,
3248 R., Genovese, E., Lodato, R., Lopresto, V., Merla, C., Napolitano, A., Pinto, R.,
3249 Tiberi, G., Tosetti, M., Zoppetti, N. "Occupational exposure in MR facilities due to
3250 movements in the static magnetic field", Medical Physics, 44 (11), pp. 5988-5996,
3251 2017. DOI: 10.1002/mp.12537.
- 3252 [48] Korpinen, Elovaara, Kuisti (2009): "*Evaluation of Current Densities and Total*
3253 *Contact Currents in Occupational Exposure at 400 kV Substations and Power Lines*".
3254 Bioelectromagnetics, 30, 3, Date: April 2009, pp. 231-240.
3255

LEGGI ED ALTRI ATTI NORMATIVI

DECRETO LEGISLATIVO 1° agosto 2016, n. 159.

Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE.

IL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA

Visti gli articoli 76 e 87 della Costituzione;

Vista la direttiva 2013/35/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 26 giugno 2013 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) - (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) che abroga la direttiva 2004/40/CE;

Vista la legge 9 luglio 2015, n. 114, recante delega al Governo per il recepimento delle direttive europee e l'attuazione di altri atti dell'Unione europea - Legge di delegazione europea 2014 e, in particolare, gli articoli 1 e 16 e l'allegato B;

Visto il decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, recante attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;

Vista la legge 22 febbraio 2001, n. 36, concernente legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;

Visto il decreto legislativo 26 maggio 2000, n. 187, attuazione della direttiva 97/43/EURATOM in materia di protezione sanitaria delle persone contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti connesse ad esposizioni mediche;

Vista la preliminare deliberazione del Consiglio dei ministri, adottata nella riunione del 29 aprile 2016;

Acquisito il parere della Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, adottato nella riunione del 26 maggio 2016;

Acquisiti i pareri delle competenti commissioni della Camera dei deputati e del Senato della Repubblica;

Vista la deliberazione del Consiglio dei ministri, adottata nella riunione del 28 luglio 2016;

Sulla proposta del Presidente del Consiglio dei ministri e del Ministro del lavoro e delle politiche sociali, di concerto con i Ministri degli affari esteri e della cooperazione internazionale, della giustizia, dell'economia e delle finanze, della salute e dello sviluppo economico;

E M A N A
il seguente decreto legislativo:

Art. 1.

Modifiche al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81

1. Al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, sono apportate le seguenti modificazioni:

a) l'articolo 206 è sostituito dal seguente:

«Art. 206 (*Campo di applicazione*). — 1. Il presente capo determina i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici (da 0 Hz a 300 GHz), come definiti dall'articolo 207, durante il lavoro. Le disposizioni riguardano la protezione dai rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti agli effetti biofisici diretti e agli effetti indiretti noti provocati dai campi elettromagnetici.

2. I Valori limite di esposizione (VLE) stabiliti nel presente capo riguardano soltanto le relazioni scientificamente accertate tra effetti biofisici diretti a breve termine ed esposizione ai campi elettromagnetici.

3. Il presente capo non riguarda la protezione da eventuali effetti a lungo termine e i rischi risultanti dal contatto con i conduttori in tensione.

4. Per il personale che lavora presso impianti militari operativi o che partecipa ad attività militari, ivi comprese esercitazioni militari internazionali congiunte, in applicazione degli articoli 8, comma 2, e 13, comma 1-bis, ferme restando le disposizioni di cui agli articoli 182 e 210 del presente decreto, il sistema di protezione equivalente di cui all'articolo 10, paragrafo 1, lettera b), della direttiva 2013/35/UE è costituito dalle particolari norme di tutela tecnico-militare per la sicurezza e la salute del personale, di cui agli articoli 245 e 253 del decreto del Presidente della Repubblica 15 marzo 2010, n. 90, nel rispetto dei criteri ivi previsti.»;

b) l'articolo 207 è sostituito dal seguente:

«Art. 207 (*Definizioni*). — 1. Ai fini del presente capo si intendono per:

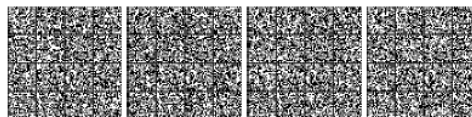
a) "campi elettromagnetici", campi elettrici statici, campi magnetici statici e campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo con frequenze sino a 300 GHz;

b) "effetti biofisici diretti", effetti provocati direttamente nel corpo umano a causa della sua presenza all'interno di un campo elettromagnetico, che comprendono:

1) effetti termici, quali il riscaldamento dei tessuti a causa dell'assorbimento di energia dai campi elettromagnetici nei tessuti medesimi;

2) effetti non termici, quali la stimolazione di muscoli, nervi e organi sensoriali. Tali effetti possono essere di detrimento per la salute mentale e fisica dei lavoratori esposti. Inoltre, la stimolazione degli organi sensoriali può comportare sintomi transitori quali vertigini e fosfeni. Inoltre, tali effetti possono generare disturbi temporanei e influenzare le capacità cognitive o altre funzioni cerebrali o muscolari e possono, pertanto, influire negativamente sulla capacità di un lavoratore di operare in modo sicuro;

— 1 —



3) correnti negli arti;
c) "effetti indiretti", effetti provocati dalla presenza di un oggetto in un campo elettromagnetico, che potrebbe essere causa di un pericolo per la salute e sicurezza, quali:

1) interferenza con attrezzature e dispositivi medici elettronici, compresi stimolatori cardiaci e altri impianti o dispositivi medici portati sul corpo;

2) rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici all'interno di campi magnetici statici;

3) innesco di dispositivi elettro-esplosivi (detonatori);

4) incendi ed esplosioni dovuti all'accensione di materiali infiammabili a causa di scintille prodotte da campi indotti, correnti di contatto o scariche elettriche;

5) correnti di contatto;

d) "Valori limite di esposizione (VLE)", valori stabiliti sulla base di considerazioni biofisiche e biologiche, in particolare sulla base degli effetti diretti acuti e a breve termine scientificamente accertati, ossia gli effetti termici e la stimolazione elettrica dei tessuti;

e) "VLE relativi agli effetti sanitari", VLE al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a effetti nocivi per la salute, quali il riscaldamento termico o la stimolazione del tessuto nervoso o muscolare;

f) "VLE relativi agli effetti sensoriali", VLE al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a disturbi transitori delle percezioni sensoriali e a modifiche minori nelle funzioni cerebrali;

g) "valori di azione (VA)", livelli operativi stabiliti per semplificare il processo di dimostrazione della conformità ai pertinenti VLE e, ove appropriato, per prendere le opportune misure di protezione o prevenzione specificate nel presente capo. Nell'allegato XXXVI, parte II:

1) per i campi elettrici, per "VA inferiori" e "VA superiori" s'intendono i livelli connessi alle specifiche misure di protezione o prevenzione stabilite nel presente capo;

2) per i campi magnetici, per "VA inferiori" s'intendono i valori connessi ai VLE relativi agli effetti sensoriali e per "VA superiori" i valori connessi ai VLE relativi agli effetti sanitari.;

c) l'articolo 208 è sostituito dal seguente:

«Art. 208 (Valori limite di esposizione e valori di azione). — 1. Le grandezze fisiche relative all'esposizione ai campi elettromagnetici sono indicate nell'allegato XXXVI, parte I. I VLE relativi agli effetti sanitari, i VLE relativi agli effetti sensoriali e i VA sono riportati nell'allegato XXXVI, parti II e III.

2. Il datore di lavoro assicura che l'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici non superi i VLE relativi agli effetti sanitari e i VLE relativi agli effetti sensoriali, di cui all'allegato XXXVI, parte II per gli effetti non termici e di cui all'allegato XXXVI, parte III per gli effetti termici. Il rispetto dei VLE relativi agli effetti sanitari e dei VLE relativi agli effetti sensoriali deve essere dimostrato ricorrendo alle procedure di valutazione dell'esposizione di cui all'articolo 209. Qualora l'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici superi uno qualsiasi dei VLE, il datore di lavoro adotta misure immediate in conformità dell'articolo 210, comma 7.

3. Ai fini del presente capo, si considera che i VLE siano rispettati qualora il datore di lavoro dimostri che i pertinenti VA di cui all'allegato XXXVI, parti II e III, non siano stati superati. Nel caso in cui l'esposizione superi i VA, il datore di lavoro adotta misure in conformità dell'articolo 210, comma 1, salvo che la valutazione effettuata in conformità dell'articolo 209, comma 1, dimostri che non sono superati i pertinenti VLE e che possono essere esclusi rischi per la sicurezza.

4. Fermo restando quanto previsto al comma 3, l'esposizione può superare:

a) i VA inferiori per i campi elettrici di cui all'allegato XXXVI parte II, tabella B1, seconda colonna, ove giustificato dalla pratica o dal processo produttivo, purché siano verificate le seguenti condizioni:

1) non siano superati i VLE relativi agli effetti sanitari di cui all'allegato XXXVI, parte II, tabella A2;

2) siano evitate eccessive scariche elettriche e correnti di contatto di cui all'allegato XXXVI, parte II, tabella B3) attraverso le misure specifiche di protezione di cui all'articolo 210, comma 5;

3) siano state fornite ai lavoratori e ai rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza informazioni sulle situazioni di rischio di cui all'articolo 210-bis, comma 1, lettera b);

b) i VA inferiori per i campi magnetici di cui all'allegato XXXVI, parte II, tabella B2, seconda colonna, ove giustificato dalla pratica o dal processo produttivo, anche a livello della testa e del tronco, durante il turno di lavoro, purché siano verificate le seguenti condizioni:

1) il superamento dei VA inferiori per i campi magnetici di cui all'allegato XXXVI, parte II, tabella B2, e l'eventuale superamento dei VLE per gli effetti sensoriali di cui all'allegato XXXVI, parte II, tabella A3, sia solamente temporaneo in relazione al processo produttivo;

2) non siano superati i VLE relativi agli effetti sanitari di cui all'allegato XXXVI, parte II, tabella A2;

3) siano adottate misure in conformità all'articolo 210, comma 8, in caso di sintomi transitori di cui alla lettera a) del medesimo comma;

4) siano state fornite ai lavoratori e ai rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza informazioni sulle situazioni di rischio di cui all'articolo 210-bis, comma 1, lettera b).

5. Fermo restando quanto previsto ai commi 2, 3 e 4, l'esposizione può superare i VLE relativi agli effetti sensoriali di cui all'allegato XXXVI, parte II, tabelle A1 e A3, e parte III, tabella A2, durante il turno di lavoro, ove giustificato dalla pratica o dal processo produttivo, purché siano verificate le seguenti condizioni:

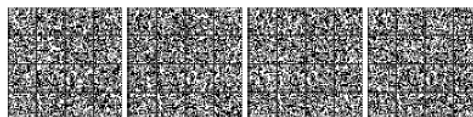
a) il loro superamento sia solamente temporaneo in relazione al processo produttivo;

b) non siano superati i corrispondenti VLE relativi agli effetti sanitari di cui all'allegato XXXVI, parte II, tabelle A1 e A2 e parte III, tabelle A1 e A3;

c) nel caso di superamento dei VLE relativi agli effetti sensoriali di cui all'allegato XXXVI, parte II, tabella A1, siano state prese misure specifiche di protezione in conformità all'articolo 210, comma 6;

d) siano adottate misure in conformità all'articolo 210, comma 8, in caso di sintomi transitori, di cui alla lettera b) del medesimo comma;

— 2 —



e) siano state fornite ai lavoratori informazioni sulle situazioni di rischio di cui all'articolo 210-bis, comma 1, lettera b).

6. Nei casi di cui ai commi 4 e 5, il datore di lavoro comunica all'organo di vigilanza territorialmente competente il superamento dei valori ivi indicati, mediante una relazione tecnico-protezionistica contenente:

a) le motivazioni per cui ai fini della pratica o del processo produttivo è necessario il superamento temporaneo dei VA inferiori o degli VLE relativi agli effetti sensoriali;

b) il livello di esposizione dei lavoratori e l'entità del superamento;

c) il numero di lavoratori interessati;

d) le tecniche di valutazione utilizzate;

e) le specifiche misure di protezione adottate in conformità all'articolo 210;

f) le azioni adottate in caso di sintomi transitori;

g) le informazioni fornite ai lavoratori e ai rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza sulle situazioni di rischio di cui all'articolo 210-bis, comma 1, lettera b).»;

d) l'articolo 209 è sostituito dal seguente:

«Art. 209 (Valutazione dei rischi e identificazione dell'esposizione). — 1. Nell'ambito della valutazione dei rischi di cui all'articolo 181, il datore di lavoro valuta tutti i rischi per i lavoratori derivanti da campi elettromagnetici sul luogo di lavoro e, quando necessario, misura o calcola i livelli dei campi elettromagnetici ai quali sono esposti i lavoratori. La valutazione, la misurazione e il calcolo devono essere effettuati tenendo anche conto delle guide pratiche della Commissione europea, delle pertinenti norme tecniche europee e del Comitato elettrotecnico italiano (CEI), delle specifiche buone prassi individuate o emanate dalla Commissione consultiva permanente di cui all'articolo 6 del presente decreto, e delle informazioni reperibili presso banche dati dell'INAIL o delle regioni. La valutazione, la misurazione e il calcolo devono essere effettuati, inoltre, tenendo anche conto delle informazioni sull'uso e sulla sicurezza rilasciate dai fabbricanti o dai distributori delle attrezzature, ovvero dei livelli di emissione indicati in conformità alla legislazione europea, ove applicabili alle condizioni di esposizione sul luogo di lavoro o sul luogo di installazione.

2. Qualora non sia possibile stabilire con certezza il rispetto dei VLE sulla base di informazioni facilmente accessibili, la valutazione dell'esposizione è effettuata sulla base di misurazioni o calcoli. In tal caso si deve tenere conto delle incertezze riguardanti la misurazione o il calcolo, quali errori numerici, modellizzazione delle sorgenti, geometria del modello anatomico e proprietà elettriche dei tessuti e dei materiali, determinate secondo la buona prassi metrologica.

3. La valutazione, la misurazione e il calcolo di cui al comma 1, non devono necessariamente essere effettuati in luoghi di lavoro accessibili al pubblico, ove si sia già proceduto ad una valutazione conformemente alle disposizioni relative alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz e risultino rispettate per i lavoratori le restrizioni previste dalla raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio, del 12 luglio 1999, e siano esclusi rischi relativi alla sicurezza.

4. La valutazione, la misurazione e il calcolo di cui al comma 1, non devono necessariamente essere effettuati ove siano utilizzate dai lavoratori, conformemente alla loro destinazione d'uso, attrezzature destinate al pubblico, conformi a norme di prodotto dell'Unione europea che stabiliscano livelli di sicurezza più rigorosi rispetto a quelli previsti dal presente capo, e non sia utilizzata nessun'altra attrezzatura.

5. Nell'ambito della valutazione del rischio di cui all'articolo 181, il datore di lavoro presta particolare attenzione ai seguenti elementi:

a) la frequenza, il livello, la durata e il tipo di esposizione, inclusa la distribuzione sul corpo del lavoratore e sul volume del luogo di lavoro;

b) i valori limite di esposizione e i valori di azione di cui all'articolo 208;

c) effetti biofisici diretti;

d) tutti gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio; eventuali effetti sulla salute e la sicurezza dei lavoratori esposti a rischi particolari, con particolare riferimento a soggetti portatori di dispositivi medici impiantati, attivi o passivi, o dispositivi medici portati sul corpo e le lavoratrici in stato di gravidanza;

e) qualsiasi effetto indiretto di cui all'articolo 207, comma 1, lettera c);

f) l'esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione ai campi elettromagnetici;

g) la disponibilità di azioni di risanamento volte a minimizzare i livelli di esposizione ai campi elettromagnetici;

h) informazioni adeguate raccolte nel corso della sorveglianza sanitaria di cui all'articolo 211;

i) informazioni fornite dal fabbricante delle attrezzature;

l) altre informazioni pertinenti relative a salute e sicurezza;

m) sorgenti multiple di esposizione;

n) esposizione simultanea a campi di frequenze diverse.

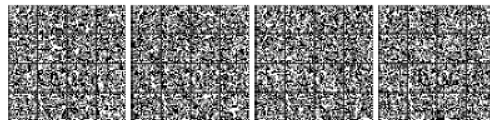
6. Il datore di lavoro precisa, nel documento di valutazione del rischio di cui all'articolo 28, le misure adottate, previste dall'articolo 210.

7. Fatti salvi gli articoli 50, 184, 210 e 210-bis del presente decreto, il datore di lavoro privato può consentire l'accesso al documento di valutazione di cui al comma 1 in tutti i casi in cui vi sia interesse e in conformità alle disposizioni vigenti e lo può negare qualora tale accesso pregiudichi la tutela dei propri interessi commerciali, compresi quelli relativi alla proprietà intellettuale e in conformità alle disposizioni vigenti. Per i documenti di valutazione dei rischi elaborati o detenuti da pubbliche amministrazioni, si applica la disciplina del decreto legislativo 14 marzo 2013, n. 33. Qualora la valutazione contenga i dati personali dei lavoratori, l'accesso avviene nel rispetto delle disposizioni di cui al decreto legislativo 30 giugno 2003, n. 196.»;

e) l'articolo 210 è sostituito dal seguente:

«Art. 210 (Disposizioni miranti ad eliminare o ridurre i rischi). — 1. A seguito della valutazione dei rischi, qualo-

— 3 —



ra risultati che i valori di azione di cui all'articolo 208 sono superati, il datore di lavoro, a meno che la valutazione effettuata a norma dell'articolo 209, comma 1, dimostri che i pertinenti valori limite di esposizione non sono superati e che possono essere esclusi rischi relativi alla sicurezza, elabora ed applica un programma d'azione che comprenda misure tecniche e organizzative intese a prevenire esposizioni superiori ai valori limite di esposizione relativi agli effetti sensoriali e ai valori limite di esposizione relativi agli effetti sanitari, tenendo conto in particolare:

a) di altri metodi di lavoro che implicano una minore esposizione ai campi elettromagnetici;

b) della scelta di attrezzature che emettano campi elettromagnetici di intensità inferiore, tenuto conto del lavoro da svolgere;

c) delle misure tecniche per ridurre l'emissione dei campi elettromagnetici, incluso se necessario l'uso di dispositivi di sicurezza, schermature o di analoghi meccanismi di protezione della salute;

d) degli appropriati programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, dei luoghi e delle postazioni di lavoro;

e) della progettazione e della struttura dei luoghi e delle postazioni di lavoro;

f) della limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione;

g) della disponibilità di adeguati dispositivi di protezione individuale;

h) di misure appropriate al fine di limitare e controllare l'accesso, quali segnali, etichette, segnaletica al suolo e barriere;

i) in caso di esposizione a campi elettrici, delle misure e procedure volte a gestire le scariche elettriche e le correnti di contatto mediante mezzi tecnici e mediante la formazione dei lavoratori.

2. Sulla base della valutazione dei rischi di cui all'articolo 209, il datore di lavoro elabora e applica un programma d'azione che comprenda misure tecniche e organizzative volte a prevenire qualsiasi rischio per lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio e qualsiasi rischio dovuto a effetti indiretti di cui all'articolo 207.

3. Il datore di lavoro, in conformità all'articolo 183, adatta le misure di cui al presente articolo alle esigenze dei lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio e, se del caso, a valutazioni individuali dei rischi, in particolare nei confronti dei lavoratori che hanno dichiarato, anche a seguito delle informazioni ricevute ai sensi dell'articolo 210-bis, di essere portatori di dispositivi medici impiantati attivi o passivi, o hanno dichiarato l'uso di dispositivi medici sul corpo o nei confronti delle lavoratrici in stato di gravidanza che hanno informato il datore di lavoro della loro condizione.

4. Sulla base della valutazione dei rischi di cui all'articolo 209, i luoghi di lavoro in cui i lavoratori possono essere esposti a campi elettromagnetici che superano i VA sono indicati con un'apposita segnaletica conforme a quanto stabilito nel titolo V del presente decreto, recante le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e di salute sul luogo di lavoro. Le aree in questione sono inoltre identificate e l'accesso alle stesse è limitato in maniera opportuna.

5. Nei casi di cui all'articolo 208, commi 3 e 4, sono adottate misure di protezione specifiche, quali l'informazione e la formazione dei lavoratori a norma dell'articolo 210-bis, l'uso di strumenti tecnici e la protezione individuale, da realizzarsi anche mediante la messa a terra degli oggetti di lavoro, il collegamento elettrico dei lavoratori con gli oggetti di lavoro nonché, se del caso e a norma degli articoli 75, 76 e 77, con l'impiego di scarpe e guanti isolanti e di indumenti protettivi.

6. Nel caso di cui all'articolo 208, comma 5, sono adottate misure di protezione specifiche, quali il controllo dei movimenti.

7. I lavoratori non devono essere esposti a valori superiori ai VLE relativi agli effetti sanitari e ai VLE relativi agli effetti sensoriali a meno che non sussistano le condizioni di cui all'articolo 212, e all'articolo 208, commi 3, 4 e 5. Qualora, nonostante i provvedimenti presi dal datore di lavoro in applicazione del presente capo, i VLE relativi agli effetti sanitari o i VLE relativi agli effetti sensoriali sono superati, il datore di lavoro adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei VLE. Il datore di lavoro individua e registra le cause del superamento dei VLE relativi agli effetti sanitari e dei VLE relativi agli effetti sensoriali e modifica di conseguenza le misure di protezione e prevenzione per evitare un nuovo superamento. Le misure di protezione e prevenzione modificate sono conservate con le modalità di cui all'articolo 53.

8. Nei casi di cui all'articolo 208, commi 3, 4 e 5, nonché nell'ipotesi in cui il lavoratore riferisce la comparsa di sintomi transitori, il datore di lavoro aggiorna, se necessario, la valutazione dei rischi e le misure di prevenzione. Ai fini del presente comma, i sintomi transitori possono comprendere:

a) percezioni ed effetti sensoriali nel funzionamento del sistema nervoso centrale, nella testa, indotti da campi magnetici variabili nel tempo;

b) effetti indotti da campi magnetici statici, quali vertigini e nausea.»;

f) dopo l'articolo 210 è inserito il seguente:

«Art. 210-bis (Informazione e formazione dei lavoratori e dei rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza). —

1. Ai sensi di quanto previsto all'articolo 184, comma 1, lettera b), il datore di lavoro garantisce, inoltre, che i lavoratori che potrebbero essere esposti ai rischi derivanti dai campi elettromagnetici sul luogo di lavoro e i loro rappresentanti ricevano le informazioni e la formazione necessarie in relazione al risultato della valutazione dei rischi con particolare riguardo:

a) agli eventuali effetti indiretti dell'esposizione;

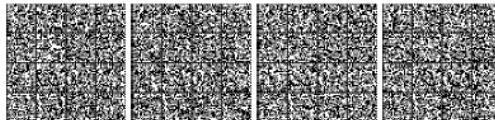
b) alla possibilità di sensazioni e sintomi transitori dovuti a effetti sul sistema nervoso centrale o periferico;

c) alla possibilità di rischi specifici nei confronti di lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio, quali i soggetti portatori di dispositivi medici o di protesi metalliche e le lavoratrici in stato di gravidanza.»;

g) l'articolo 211 è sostituito dal seguente:

«Art. 211 (Sorveglianza sanitaria). — La sorveglianza sanitaria viene effettuata periodicamente, di norma una volta l'anno o con periodicità inferiore decisa dal medico

— 4 —



competente con particolare riguardo ai lavoratori particolarmente sensibili al rischio di cui all'articolo 183, tenuto conto dei risultati della valutazione dei rischi trasmessi dal datore di lavoro. L'organo di vigilanza, con provvedimento motivato, può disporre contenuti e periodicità diversi da quelli forniti dal medico competente.

2. Nel caso in cui un lavoratore segnali effetti indesiderati o inattesi sulla salute, ivi compresi effetti sensoriali, il datore di lavoro garantisce, in conformità all'articolo 41, che siano forniti al lavoratore o ai lavoratori interessati un controllo medico e, se necessario, una sorveglianza sanitaria appropriati. Il controllo di cui al presente comma è garantito anche nei casi in cui sia stata rilevata un'esposizione superiore ai VLE per gli effetti sensoriali oppure un'esposizione superiore ai VLE per gli effetti sanitari.

3. I controlli e la sorveglianza di cui al presente articolo sono effettuati, a cura e spese del datore di lavoro, in orario scelto da lavoratore.»;

h) l'articolo 212 è sostituito dal seguente:

«Art. 212 (*Deroghe*). — 1. Il Ministero del lavoro e delle politiche sociali, di concerto con il Ministero della salute, può autorizzare, su richiesta del datore di lavoro e in presenza di specifiche circostanze documentate e soltanto per il periodo in cui rimangono tali, deroghe al rispetto dei VLE di cui all'articolo 208, comma 1, secondo criteri e modalità da definirsi con decreto del Ministro del lavoro e delle politiche sociali, di concerto con il Ministro della salute, da adottarsi entro centoventi giorni dalla data di entrata in vigore della presente disposizione. Il datore di lavoro informa il rappresentante dei lavoratori per la sicurezza della richiesta di deroga.

2. L'autorizzazione delle deroghe di cui al comma 1 è subordinata al rispetto delle seguenti condizioni:

a) dalla valutazione del rischio effettuata conformemente all'articolo 209 risulti dimostrato che i VLE sono superati;

b) tenuto conto dello stato dell'arte, risultano applicate tutte le misure tecnico-organizzative;

c) le circostanze giustificano debitamente il superamento dei VLE;

d) si è tenuto conto delle caratteristiche del luogo di lavoro, delle attrezzature di lavoro e delle pratiche di lavoro;

e) il datore di lavoro dimostra che i lavoratori sono sempre protetti contro gli effetti nocivi per la salute e i rischi per la sicurezza, avvalendosi in particolare di norme e orientamenti comparabili, più specifici e riconosciuti a livello internazionale;

f) nel caso di installazione, controllo, uso, sviluppo e manutenzione degli apparati di Risonanza magnetica (RM) per i pazienti nel settore sanitario o della ricerca correlata, il datore di lavoro dimostra che i lavoratori sono sempre protetti dagli effetti nocivi per la salute e dai rischi per la sicurezza, assicurando in particolare che siano seguite le istruzioni per l'uso in condizioni di sicurezza fornite dal fabbricante ai sensi del decreto legislativo 24 febbraio 1997, n. 46, e successive modificazioni, concernente "Attuazione della direttiva 93/42/CEE, concernente i dispositivi medici.";

i) all'articolo 219 sono apportate le seguenti modificazioni:

1) al comma 1, lettera a), le parole: "209, commi 1 e 5" sono sostituite dalle seguenti: "209, commi 1 e 6";

2) al comma 1, lettera b), le parole: "e 209, commi 2 e 4." sono sostituite dalle seguenti: "e 209, comma 5.";

3) al comma 2, lettera a), le parole: "210, comma 1," sono sostituite dalle seguenti: "210, commi 1 e 2.";

4) al comma 2, lettera b), le parole: "210, commi 2 e 3," sono sostituite dalle seguenti: "210, commi da 3 a 8.";

l) l'allegato XXXVI è sostituito dall'allegato al presente decreto.».

Art. 2.

Clausola di invarianza finanziaria

1. Dall'attuazione del presente decreto non devono derivare nuovi o maggiori oneri a carico della finanza pubblica.

2. Le pubbliche amministrazioni interessate provvedono ai compiti previsti dal presente decreto con le risorse umane, strumentali e finanziarie disponibili a legislazione vigente.

Il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sarà inserito nella Raccolta ufficiale degli atti normativi della Repubblica italiana. È fatto obbligo a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 1° agosto 2016

MATTARELLA

RENZI, *Presidente del Consiglio dei ministri*

POLETTI, *Ministro del lavoro e delle politiche sociali*

GENTILONI SILVERI, *Ministro degli affari esteri e della cooperazione internazionale*

ORLANDO, *Ministro della giustizia*

PADOAN, *Ministro dell'economia e delle finanze*

CALENDA, *Ministro dello sviluppo economico*

Visto, il Guardasigilli: ORLANDO

— 5 —

