

La Sorveglianza Sanitaria per gli esposti a CEM

Prof. Alberto Modenese



Radiation and Work

Associazione Italiana di Radioprotezione Medica (AIRM)



Cattedra di Medicina del Lavoro
Dip. Scienze Biomediche, Metaboliche e
Neuroscienze
alberto.modenese@unimore.it



UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA



In collaborazione con le associazioni



e con



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI FISICA

Seminario di formazione
e aggiornamento

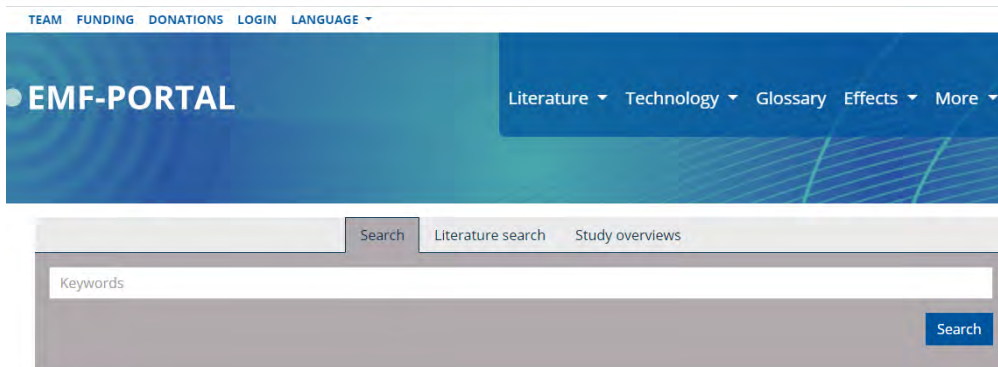
**Sicurezza del lavoro e protezione
dai campi elettromagnetici**
(campi elettrici e magnetici statici e variabili)
fino a 300 GHz, ai sensi del D.lgs 81/08

14 ottobre 2025 ore 9.00 – 13.30
programma definitivo

EVENTO GRATUITO
MODALITÀ DA REMOTO

Esposizione a campi elettromagnetici e rischi per la salute: una problematica «non nuova»

- La preoccupazione per possibili rischi nasce già negli anni '50, dopo la diffusione dei radar.
- Negli anni sono stati destinati significativi fondi per la ricerca in quest'ambito, con il risultato di decine di migliaia di studi sui possibili effetti dell'esposizione a CEM.



www.emf-portal.org

Home

The internet information platform EMF-Portal of the RWTH Aachen University summarizes systematically scientific research data on the effects of electromagnetic fields (EMF). All information is made available in both English and German. The core of the EMF-Portal is an extensive literature database with an inventory of **34,000** publications and **6,926** summaries of individual scientific studies on the effects of electromagnetic fields.

The EMF-Portal is a project of the *femu* working group of the Institute for Occupational, Social and Environmental Medicine of the Uniklinik RWTH Aachen University.

Learn more about the aims of the EMF-Portal ...

Sources of EMF

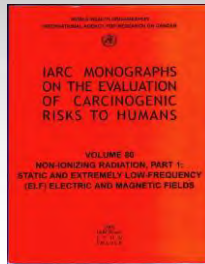
Read about the most important properties of technological sources of electromagnetic fields encountered in everyday life, and use this information to compare different field sources.

N° di pubblicazioni censite:

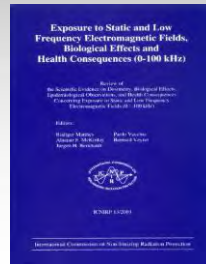
2013:	> 17.000
2015:	> 21.000
2017:	> 24.000
2019 :	> 28.000
2024 :	> 40.000

Principali rassegne sugli effetti dei CEM a bassa e alta frequenza

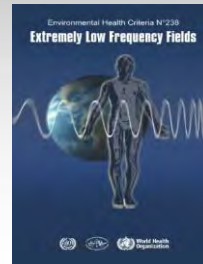
ELF



**IARC
2002**



**ICNIRP
2003**

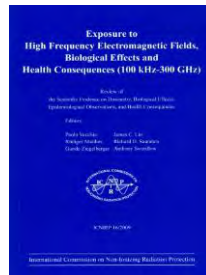


**WHO
2007**



**ICNIRP
2010**

RF



**ICNIRP
2009**



**IARC
2013**



**ICNIRP
2020**



**WHO (in
preparazione)**

- Effetti da basse esposizioni ed effetti a lungo termine: evidenze scientifiche non sufficientemente dimostrative di effetti (con particolare riguardo ai possibili meccanismi coinvolti)

Al momento attuale, i meccanismi “certi” in grado di indurre effetti avversi sui quali esiste accordo sono:

- **induzione magnetica e l'effetto magnetomeccanico** per i campi statici
- **induzione di flussi di ioni** per le basse frequenze
- **deposizione di energia** per le radiofrequenze
- Questi meccanismi possono indurre **effetti a breve termine diretti**.

TUTTI QUESTI EFFETTI SONO INDOTTI SOLO DA ALTE ESPOSIZIONI

(EMF-NET 2008, ICNIRP, 2009; R. Matthes, 2009)

Un altro tipo di effetti sono quelli **indiretti** (es. **interferenza, effetto propulsivo, scosse ed alcuni altri**) possibili anche in caso di livelli di esposizione più bassi nei lavoratori particolarmente sensibili

RELAZIONI TRA DENSITA' DI CORRENTE INDOTTA/INDUZIONE MAGNETICA ED EFFETTI BIOLOGICI

<u>Dens. di corrente</u> (mA/m ²)	<u>EFFETTI BIOLOGICI</u>	<u>Induzione magnetica</u> (mT)
<1	Assenza di effetti apprezzabili	< 0,5
1-10	Effetti biologici minori (percezione)	0,5-5
10-100	Magnetofosfeni e possibili effetti sul sistema nervoso	5-50
100-1000	Rischi sanitari possibili (alterazioni eccitabilità SN)	50-500
> 1000	Rischi sanitari certi (extrasistolia, aritmie, fibr. ventr.);	> 500

Da: WHO, EHC 232, 2006; Bernhardt J.H., 1988

EFFETTI BIOFISICI DIRETTI

RF

ASSORBIMENTO DI ENERGIA: EFFETTO TERMICO

- Poco significativo sotto i 100 KHz
- 100 kHz-GHz: assorbimento significativo, disomogeneo; arti-testa>tronco
- GHz (> 10 c.a): assorbimento principalmente superficiale
- soglia convenzionale: 1° C, ma **soglia di danno intorno ai 41° C**

Effetti diversi

Alcuni organi potenzialmente maggiormente sensibili:

OCCHIO: opacizzazione cristallino, aberrazioni cornea

TESTICOLO: alterazioni spermatogenesi

SN: variazione permeabilità membrana emato-encefalica (?)

ALTRI: eff. teratogeni, sistema immunitario, ecc.

CAMPI ELETTROMAGNETICI: CLASSIFICAZIONE GENERALE DEGLI EFFETTI

**EFFETTI NOTI:
BIOFISICI DIRETTI; INDIRETTI
A BREVE TERMINE**

MECCANISMI: NOTI

**ESPOSIZIONI
(RELATIVAMENTE) ALTE
SOGLIE (GENERALMENTE)
NOTE**

**ALTRI EFFETTI
(A LUNGO TERMINE)
(?)**

**NON DIMOSTRAZIONI ADEGUATE
SUI POSSIBILI MECCANISMI**

**ESPOSIZIONI VARIABILI
(ANCHE BASSE)
SOGLIE NON DEFINITE**

Principali effetti/sintomi che possono essere indotti da esposizioni a livelli di CEM superiori ai VLE (da: “Guida non vincolante di buone prassi, Volume 1: Guida pratica.” Unione Europea, 2015, modificata).

Tipo di campo	Frequenze	Possibili sintomi e/o effetti
Campi magnetici statici	0-1 Hz	Interferenza con dispositivi medici* Nausea e vertigini. Effetti su flusso ematico, battito cardiaco, funzione cerebrale (possibile al di sopra di 7 T) Stimolazione dei nervi e contrazione dei muscoli (movimenti rapidi)
Campi magnetici a bassa frequenza	1 Hz-10MHz	Interferenza con dispositivi medici* Sensazioni visive Stimolazione nervosa, con conseguente formicolio o dolore Contrazione dei muscoli, aritmia cardiaca
Campi elettrici a bassa frequenza	1 Hz-10MHz	Scosse elettriche e ustioni superficiali (in caso di contatto con oggetti)
Campi intermedi	100 kHz-10 MHz	Possibile induzione di un quadro complesso, con sintomi simili a quelli sia delle basse che delle alte frequenze.
Campi ad alta frequenza	Oltre 100 kHz	Interferenza con dispositivi medici* Sensazione di calore Stress termico Scossa e ustione superficiale o profonda (in caso di contatto con oggetti) Possibili altri sintomi

* Interferenze con dispositivi medici attivi possono comparire per livelli inferiori ai VLE

D.Lgs 1 agosto 2016, n. 159, che ha modificato capo IV titolo VIII D.Lgs. 81/2008

Quali rischi sono presi in considerazione:

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.** (Art. 206, comma 1, sostituisce il precedente)*

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** (Art. 206, comma 2, sostituisce il precedente).*

Quali rischi non riguarda:

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** (Art. 206, comma 3, era il precedente comma 2)*

Art. 207 – Definizioni effetti diretti

- b) **«effetti biofisici diretti»**, effetti provocati direttamente nel corpo umano dalla presenza 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 alle funzioni cerebrali o muscolari e possono, pertanto, influire negativamente sulla capacità di un lavoratore di operare in modo sicuro;
 - 3) **correnti negli arti**;

Effetti Sensoriali:

vertigini, nausea, fosfeni, fantageusie -sapore metallico-, modesti effetti neurocomportamentali -t. reazione-, effetti uditivi, ecc.

NB: non considerati effetti avversi (ma possibile rischio infortunistico)

Effetti Sanitari:

aritmie, contrazioni muscolari involontarie, incoordinazione motoria, alterazioni percettive significative, ipertermia (generalizzata/localizzata), ecc.

NB: considerati effetti avversi

Art. 207 – Definizioni Valori Limite

- 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**;

Art. 207 – Definizioni Valori di Azione

- g) «**valori di azione (VA)**», livelli operativi stabiliti per semplificare il processo di dimostrazione della conformità ai pertinenti VLE o, 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 e 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.

Subjective Symptoms in Magnetic Resonance Imaging Personnel: A Multi-Center Study in Italy

Giulia Bravo^{1,2}, Alberto Modenese^{1*}, Giulio Arcangeli³, Chiara Bertoldi¹, Vincenzo Camisa⁴, Gianluca Corona⁵, Senio Giglioli⁶, Guido Ligabue^{5,7}, Roberto Moccaldi⁸, Nicola Mucci³, Martina Muscatello¹, Irene Venturilli¹, Luigi Vimercati⁹, Salvatore Zaffina⁴, Giulio Zanotti¹ and Fabriziomaria Gobba¹

TABLE 2 | Frequency of reported symptoms occurring at least once a week given as *n* subjects (%).

Symptom	Study population <i>n</i> = 240 (100%)	Exposed <i>n</i> = 177 (74%)	Unexposed <i>n</i> = 63 (26%)
Vertigo	11 (4.6)	9 (5.1)	2 (3.2)
Nausea	3 (1.3)	2 (1.1)	1 (1.6)
Concentration problems	20 (8.3)	15 (8.5)	5 (7.9)
Memory loss	11 (4.6)	6 (3.4)	5 (7.9)
Drowsiness	55 (22.9)	43 (24.3)	12 (19.1)
Headache	49 (20.4)	36 (20.3)	13 (20.6)
Metallic taste	2 (0.8)	2 (1.1)	0 (0.0)
Balance instability	13 (5.4)	10 (5.7)	3 (4.8)
Magnetophosphenes	1 (0.4)	0 (0.0)	1 (1.6)
Tinnitus	8 (3.3)	6 (3.4)	2 (3.2)
Sleep disorders	39 (16.3)	25 (14.1)	14 (22.2)



None of the evaluated symptoms differed between exposed and unexposed subjects ($p > 0.05$).

Methods: The occurrence of 11 subjective symptoms was evaluated using a specific questionnaire with 240 subjects working in 6 different Italian hospitals and research centers, 177 MRI health care and research personnel and 63 unexposed subjects employed in the same departments. Exposure was subjectively investigated according to the type of MRI scanner (≤ 1.5 vs. ≥ 3 T) and to the number of MRI procedures attended and/or performed by the personnel, even if no information on how frequently the personnel entered the scanner room was collected. The possible associations among symptoms and estimated EMF exposure, the main characteristics of the population, and job stress perception were analyzed.

Results: Eighty-six percent of the personnel reported at least one symptom; drowsiness, headache, and sleep disorders were the most frequent. The total number of symptoms did not differ between exposed persons and controls. Considering the total number of annual MRI procedures reported by the personnel, no significant associations were found nor with the total number of symptoms, nor with "core symptoms." Only subjects complaining of drowsiness also reported a significantly higher mean annual number of MRI procedures with ≤ 1.5 T scanners when compared with exposed subjects without drowsiness. In a multivariate model, subjects with a high level of perceived stress complained of more symptoms ($p = 0.0002$).



MRI-related magnetic field exposures and risk of commuting accidents – A cross-sectional survey among Dutch imaging technicians

Anke Huss^a  , Kristel Schaap^{a, b}, Hans Kromhout^a


Methods

Of invited imaging technicians, 490 (29%) filled in a questionnaire pertaining to (near) accidents when driving or riding a bike, health, lifestyle and work practices. We used logistic regression to evaluate the association between exposure to MRI-related electromagnetic fields and risk of commuting (near) accidents in the year prior to the survey, adjusted for a range of potential confounders.

Results

Our cross-sectional study indicated an increased risk of (near) accidents if imaging technicians had worked with MRI in the year prior to the survey (odds ratio OR 2.13, 95%CI 1.23–3.69). Risks were higher in persons who worked with MRI more often (OR 2.32, 95%CI 1.25–4.31) compared to persons who worked sometimes with MRI (OR 1.91, 95%CI 0.98–3.72), and higher in those who had likely experienced higher peak exposures to static and time-varying magnetic fields (OR 2.18, 95%CI 1.06–4.48). The effect was seen on commuting accidents that had occurred on the commute from home to work as well as accidents from work to home or elsewhere.

Development of hypertension after long-term exposure to static magnetic fields among workers from a magnetic resonance imaging device manufacturing facility

Suzan Bongers^a, Pauline Slottje^{a,b}, Hans Kromhout^a  

Results

High cumulative exposure to SMF (≥ 7.4 K Tesla minutes) was positively associated with development of hypertension (Odds Ratio [OR] 2.32, 95% confidence interval [CI] 1.27 – 4.25, $P=0.006$). Stratified analysis showed a stronger association for those with high cumulative SMF exposure within a period up to 10 years (OR 3.96, 95% CI 1.62 – 9.69, $P=0.003$), but no significant association was found for (high) cumulative exposure accumulated in a period of 10 or more years. Our findings suggest SMF exposure intensity to be more important than exposure duration for the risk of developing hypertension.

Methods

In an occupational cohort of male workers ($n=538$) of an MRI-manufacturing facility, the first and last available blood pressure measurements from the facility's medical surveillance scheme were associated with modeled cumulative exposure to SMF. Exposure modeling was based on linkage of individual job histories from the facility's personnel records with a facility specific historical job exposure matrix. Hypertension was defined as a systolic pressure of above 140 mm Hg and/or a diastolic blood pressure above 90 mm Hg. Logistic regression models were used to associate cumulative SMF exposure to hypertension while adjusting for age, body mass index and blood pressure at time of first blood pressure measurement. Stratified analysis by exposure duration was performed similarly.

Art. 207 – Definizioni effetti indiretti

- 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

Articolo 209

Valutazione dei rischi e identificazione dell'esposizione

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 **sogetti 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)

«Lavoratori particolarmente sensibili al rischio»: quali condizioni?

Tabella 3.1 — Lavoratori particolarmente a rischio ai sensi della direttiva relativa ai campi elettromagnetici

Lavoratori particolarmente a rischio	Esempi
Lavoratori portatori di dispositivi medici impiantabili attivi (Active Implanted Medical Devices, AIMD)	Stimolatori cardiaci, defibrillatori cardiaci, impianti cocleari, impianti nel tronco encefalico, protesi dell'orecchio interno, neurostimolatori, codificatori della retina, pompe impiantate per l'infusione di farmaci
Lavoratori portatori di dispositivi medici impiantabili passivi contenenti metallo	Protesi articolari, chiodi, piastre, viti, clip chirurgiche, clip per aneurisma, stent, protesi valvolari cardiache, anelli per annuloplastica, impianti contraccettivi metallici e tipi di dispositivi medici impiantabili attivi
Lavoratori portatori di dispositivi medici indossati sul corpo	Pompe esterne per infusione di ormoni
Lavoratrici in gravidanza	

NB: Per valutare se i lavoratori sono particolarmente a rischio, i datori di lavoro dovranno prendere in considerazione la frequenza, il livello e la durata dell'esposizione.

Da Guida non vincolante UE

Articolo 210- Disposizioni miranti ad eliminare o ridurre i rischi

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**

Art. 211 – Sorveglianza Sanitaria c.1

1. La sorveglianza sanitaria viene effettuata periodicamente, di norma una volta l'anno o con periodicità inferiore decisa dal medico 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.

NB: Art. 41, comma 2b: “Tale periodicità può assumere cadenza **diversa**, stabilita dal medico competente in funzione della valutazione del rischio”

Art. 211 – Sorveglianza Sanitaria c.2

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

Sorveglianza Sanitaria: su chi effettuarla?

Tabella 3.2 — Prescrizioni per le valutazioni specifiche dei campi elettromagnetici relative ad attività lavorative, apparecchiature e luoghi di lavoro comuni

Tipo di apparecchiatura o luogo di lavoro	Valutazione richiesta per i		
	lavoratori non esposti a particolari rischi (*) (1)	lavoratori esposti a particolari rischi (esclusi quelli con dispositivi impiantati attivi (**)) (2)	lavoratori con dispositivi impiantati attivi (***) (3)
Comunicazioni senza filo			
Telefoni senza filo (comprese le stazioni base per telefoni senza filo DECT), utilizzo di	No	No	Si
Telefoni senza filo (comprese le stazioni base per telefoni senza filo DECT), luoghi di lavoro contenenti	No	No	No
Telefoni cellulari, utilizzo di	No	No	Si
Telefoni cellulari, luoghi di lavoro contenenti	No	No	No
Dispositivi di comunicazione senza fili (ad esempio Wi-Fi o Bluetooth) comprendenti punti di accesso per WLAN, utilizzo di	No	No	Si
Dispositivi di comunicazione senza fili (ad esempio Wi-Fi o Bluetooth) comprendenti punti di accesso per WLAN, luoghi di lavoro contenenti	No	No	No
Ufficio			
Apparecchiature audiovisive (ad esempio televisori, lettori DVD)	No	No	No
Apparecchiature audiovisive contenenti trasmettitori a radiofrequenza	No	No	Si
Apparecchiature di comunicazione e reti cablate	No	No	No
Computer e apparecchiature informatiche	No	No	No
Termoventilatori, elettrici	No	No	No
Ventilatori elettrici	No	No	No
Apparecchiature per ufficio (ad esempio fotocopiatrici, distruggidocumenti, aggraffatrici a funzionamento elettrico)	No	No	No
Telefoni (fissi) e fax	No	No	No
Infrastrutture (immobili e terreni)			
Sistemi di allarme	No	No	No
Antenne per stazioni base, all'interno della zona di esclusione destinata all'operatore	Si	Si	Si
Antenne per stazioni base, all'esterno della zona di esclusione destinata all'operatore	No	No	No
Costruzione			
Macchinari per cantieri (ad esempio betoniere, vibratori, gru ecc.), lavoro in stretta prossimità	No	No	Si
Asciugatura a microonde nell'industria edilizia	Si	Si	Si
Settore medico			
Apparecchiature mediche senza impiego di campi elettromagnetici per diagnosi o terapie	No	No	No
Apparecchiature mediche con impiego di campi elettromagnetici per diagnosi o terapie (ad esempio diatermia ad onde corte, stimolazione magnetica transcranica)	Si	Si	Si
Trasporti			
Veicoli a motore e fabbriche, lavoro in stretta prossimità di motorini di avviamento, alternatori e sistemi di accensione	No	No	Si
Radar di controllo del traffico aereo, militari, meteorologici e a lungo raggio	Si	Si	Si
Treni e tram a trazione elettrica	Si	Si	Si
Industria leggera			
Procedimenti di saldatura ad arco manuali, compresi MIG (metal inert gas), MAG (metal active gas) e TIG (tungsteninert gas), seguendo le buone prassi e senza avvolgere il filo attorno al corpo	No	No	Si
Caricabatterie industriali	No	No	Si
Caricabatterie professionali di grandi dimensioni	No	No	Si
Apparecchiature per la verniciatura e il rivestimento	No	No	No
Attrezzature di controllo non contenenti trasmettitori radio	No	No	No
Attrezzature per il trattamento corona delle superfici	No	No	Si
Riscaldamento dielettrico	Si	Si	Si
Saldatura dielettrica	Si	Si	Si
Apparecchiature per la verniciatura elettrostatica	No	Si	Si
Forni di riscaldamento a resistenza	No	No	Si
Pistole incollatrici (portatili), luoghi di lavoro contenenti	No	No	No
Pistole incollatrici, utilizzo di	No	No	Si
Pistole ad aria calda (portatili), luoghi di lavoro contenenti	No	No	No
Pistole ad aria calda, utilizzo di	No	No	Si
Rampe idrauliche	No	No	No
Riscaldamento a induzione	Si	Si	Si
Sistemi di riscaldamento a induzione automatizzati, in cui la ricerca di guasti e la riparazione comportano la stretta vicinanza con la sorgente del campo elettromagnetico	No	Si	Si

Da Guida non vincolante UE



OPEN ACCESS

EDITED BY

Luigi Vimercati,
University of Bari Aldo Moro, Italy

REVIEWED BY

Efthymios Karabetos,
Greek Atomic Energy Commission, Greece
Carsten Alteköster,
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen
Gesetzlichen Unfallversicherung
(IFA), Germany

*CORRESPONDENCE

Alberto Modenese
✉ alberto.modenese@unimore.it

RECEIVED 25 March 2025

ACCEPTED 11 July 2025

PUBLISHED 28 July 2025

CITATION

Gasparini R, Gobba F, Bogi A, Calcagnini G,
Censi F, Falsaperla R, Mattei E, Vivarelli C,
D'Agostino S and Modenese A (2025) Results
of a national survey among occupational
physicians to estimate the number of workers
with active medical devices and their types in
the context of managing electromagnetic
hazards. *Front. Public Health* 13:1599754.
doi: 10.3389/fpubh.2025.1599754

COPYRIGHT

Results of a national survey among occupational physicians to estimate the number of workers with active medical devices and their types in the context of managing electromagnetic hazards

Rebecca Gasparini¹, Fabriziomaria Gobba¹, Andrea Bogi²,
Giovanni Calcagnini³, Federica Censi³, Rosaria Falsaperla⁴,
Eugenio Mattei⁵, Cecilia Vivarelli³, Simona D'Agostino⁵ and
Alberto Modenese^{1*}¹Department of Biomedical Metabolic and Neural Sciences, University of Modena and Reggio Emilia,
Modena, Italy, ²Physical Agents Sector, Regional Public Health Laboratory, South-East Tuscany Health
Unit, Siena, Italy, ³Department of Cardiovascular, Endocrin-metabolic Diseases and Aging, Italian
Institute of Health, Rome, Italy, ⁴Department of Occupational and Environmental Medicine,
Epidemiology and Hygiene, Italian National Institute for Insurance against Accidents at Work, Rome,
Italy, ⁵Department of Information Engineering, Electronics and Telecommunications, Sapienza
University of Rome, Rome, Italy

Un questionario realizzato nell'ambito del Progetto BRiC 2022 ID36 rivolto ai MC

Lavoratori portatori di dispositivi medici
impiantabili attivi e di dispositivi
indossabili attivi: un questionario per il
Medico Competente

Studio realizzato nell'ambito del Progetto finanziato dal programma BRIC INAIL 2022 con
ID36 "Valutazione e gestione del rischio derivante da esposizione a nuove sorgenti di
campo elettromagnetico per la tutela dei lavoratori portatori di dispositivi medici
impiantabili attivi", capofila "ISS - Dipartimento Malattie Cardiovascolari, Endocrino-
metaboliche e Invecchiamento", altri partners coinvolti: Unità Operativa 2 "IFAC-CNR -
Istituto di Fisica "Nello Carrara" del Consiglio Nazionale delle Ricerche"; Unità Operativa 3
"Azienda USL Toscana Sud Est - Laboratorio di Sanità Pubblica Agenti Fisici"; Unità
operativa 4 "Fondazione I.R.C.C.S. Policlinico San Matteo e Unità Operativa Complessa di
Fisica Sanitaria (Pavia)"; Unità operativa 5 "IFC-CNR - Istituto di Fisiologia Clinica del
Consiglio Nazionale delle Ricerche"; Unità operativa 6 "Dipartimento di Scienze
Biomediche, Metaboliche e Neuroscienze, Università di Modena e Reggio Emilia
(UniMoRe)"; Unità Operativa Interna "INAIL - Dipartimento di medicina, epidemiologia,
igiene del lavoro e ambientale (DIMEILA)".
U.O. responsabile per la presente indagine specifica nell'ambito del Progetto: UniMoRe.

Methods: We performed an online survey among a sample of Occupational Physicians (OPs) from two Italian Regions.

Results: 132 OPs responded, based their answers on a whole number of more than 200,000 workers visited within HS activities in the previous year. Our results show that the 0.8% of the working population in Italy can be estimated as "particularly at risk" for EMF exposure at the workplaces due to the presence of AIMD or AWMD. The most common AIMD resulted pacemakers and implanted cardioverter defibrillators, involving the 0.24% of the workers. Considering AWMD, the most common resulted hearing aids and hormones/drugs pumps, respectively worn by the 0.25 and the 0.17% of the working population.

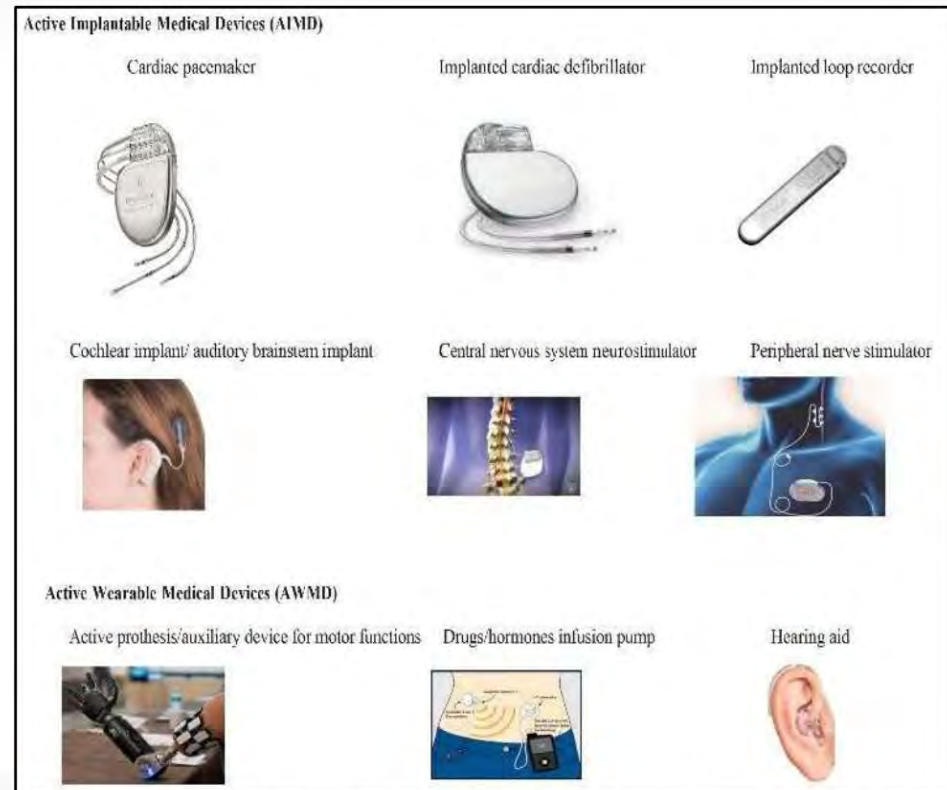


Figure 1. The nine active implanted and wearable medical devices investigated for their frequency within our questionnaire

Modalità per l'effettuazione della SS dei lavoratori esposti a CEM:

- Individuare in fase di **visita preventiva**, all'interno del gruppo di lavoratori "eleggibili", quelli che, per le loro particolari condizioni di salute (lavoratori particolarmente sensibili al rischio), **debbono essere sottoposti a controlli periodici, «di norma annuali»**, al fine di valutare lo stato e l'evoluzione delle loro condizioni di salute.
- Controllo periodico annuale (o con diversa cadenza definita su base individuale) previsto anche per quei lavoratori che, sulla base della VdR, possono superare sistematicamente i VA/VLE per gli effetti sensoriali e/o per gli effetti sanitari (flessibilità/deroga).
- Per i lavoratori **«non particolarmente sensibili»**, in relazione alla VdR (quadriennale), in assenza di segnalazioni del lavoratore circa i cambiamenti del proprio stato di salute in accordo con quanto previsto all'art.41 circa la periodicità diversa potrà essere previsto un controllo periodico dilatato nel tempo al fine di verificare il permanere dell'assenza di condizioni di particolare sensibilità e per effettuare un rinnovo della informazione mirata.



grazie a Roberto Moccaldi, AIRM

Modalità per l'effettuazione della SS dei lavoratori esposti a CEM: QUADRO RIASSUNTIVO

- Visita **preventiva** per **tutti i lavoratori individuati dalla VdR come «eleggibili» alla SS**
- Visita **periodica** (*di norma annuale, ma con periodicità diversa sulla base delle condizioni del lavoratore e dei livelli di esposizione*) per i **lavoratori riconosciuti come “particolarmente sensibili”** e per quelli con **esposizioni sistematicamente superiori ai VLE** (flessibilità/deroga)
- Visita **periodica** (*di norma quadriennale, ma con periodicità diversa sulla base delle condizioni del lavoratore e dei livelli di esposizione*) per i **lavoratori riconosciuti "non particolarmente sensibili "**
- **Controllo medico** (con eventuale SS) per i lavoratori con **livello di esposizione («accidentale») superiore ai VLE** o che **segnali effetti sulla salute, ivi compresi effetti sensoriali.**

Formazione ai lavoratori portatori di DMIA o di dispositivi medici indossabili attivi ed adibiti ad attività che la prevedano



grazie a Roberto Moccaldi, AIRM

ACCERTAMENTI SANITARI

- Il MC, nel proporre a sua discrezione indagini di laboratorio, strumentali e specialistiche, dovrà sempre operare secondo i principi della Medicina del Lavoro e del Codice Etico dell'International Commission of Occupational Health (ICOH):
- “Si dovranno prevedere esami biologici ed altri accertamenti sulla base della loro validità e rilevanza nel proteggere la salute del lavoratore interessato, tenendo in dovuto conto la loro sensibilità, la loro specificità ed il loro valore predittivo... Ove possibile, verranno preferiti i metodi non invasivi”. (Codice ICOH, art. 39, comma 1)
- Individuazione di particolari **accertamenti sanitari aggiuntivi lasciata, sulla base di consolidate conoscenze scientifiche, all'autonoma e responsabile valutazione del Medico Competente.**
- Utile l'impiego di questionari mirati ad es. per lo screening delle condizioni di particolare sensibilità al rischio e per la rilevazione di sintomi possibilmente legati ad effetti sensoriali, da indagare periodicamente in lavoratori esposti a rilevanti livelli di CEM statici e a bassa frequenza (es: RM)

grazie a Roberto Moccaldi, AIRM

Questionario anamnestico di screening per la presenza nei lavoratori di impianti attivi e non attivi e di inclusi metallici che possono determinare problemi da interferenza (CEI EN 50527-1, 2013, modificato)

Ha mai subito incidenti di caccia?	SI	NO
E' stato vittima di trauma da esplosione?	SI	NO
Piercing e tatuaggi?		
Ha subito interventi chirurgici su : (barrare in caso negativo)		
Testa	Addome	
Collo	Estremità	
Torace	Altri	
E' portatore di:		
• Schegge o frammenti metallici?	SI	NO
• Clips su aneurismi (vasi sanguigni), aorta, cervello?	SI	NO
• Protesi valvolare cardiaca?	SI	NO
• Loop recorder per il monitoraggio continuo ECG?	SI	NO
• Dispositivo di assistenza ventricolare (VAD)?	SI	NO
• Stabilizzatori / distrattori della colonna vertebrale?	SI	NO
• Pompa di infusione per insulina o altri farmaci?	SI	NO
• Pace-maker cardiaco o altri tipi di cateteri cardiaci?	SI	NO
• Corpi metallici nelle orecchie o impianti per l'udito?	SI	NO
• Protesi acustiche esterne?	SI	NO

• Neurostimolatori?	SI	NO
• Dispositivo intrauterino meccanico?	SI	NO
• Derivazione spinale o ventricolare per drenare il liquor?	SI	NO
• Protesi metalliche (per pregresse fratture, interventi correttivi articolari, etc.) viti, chiodi, filo, ecc....	SI	NO
Localizzazione		
• Protesi dentarie fisse o mobili?	SI	NO
Localizzazione		
• Cristallino artificiale o altri impianti oculari?	SI	NO
• Protesi dell'arto superiore/mano?	SI	NO
• Protesi dell'arto inferiore/piede?	SI	NO
• Dispositivi indossabili ausiliatori/esoscheletri?	SI	NO

Possibile questionario per rilevazione sintomi sensoriali

• **Sintomi aspecifici**: difficoltà di concentrazione, perdita di memoria, sonnolenza, astenia, cefalea, disturbi del sonno.

• **Sintomi più caratteristici**: nausea, vertigini/sensazione di instabilità, sapore metallico, lampi luminosi (fosfeni), sensazione di ronzii o fischi (acufeni).

• **Eventuali altri sintomi**: è opportuno chiedere al lavoratore se abbia notato sintomi soggettivi che ritiene associati all'esposizione a CEM; se presenti tali sintomi vanno annotati in cartella

- NB: è importante rilevare la frequenza di comparsa (n° di episodi per settimana/mese) e registrare le eventuali variazioni nella loro frequenza nelle visite successive.

-È importante inoltre verificare la comparsa dei sintomi in relazione all'esposizione a CEM, e l'andamento in funzione di variazioni/interruzioni dell'esposizione.

-Utile l'utilizzo di un questionario ad hoc per la raccolta.

	Negli ultimi 3 mesi hai avuto qualcuno dei seguenti sintomi? Con quale frequenza?				Ti sembra che qualcuno di questi sintomi sia causato e/o si aggravi quando svolgi attività con esposizione ai CEM? Quale/quali?
	Mai/Meno di 1 volta mese	Almeno 1 volta mese	1 – 4 volte alla settimana	Più di 4 volte alla settimana	SI
(a)Vertigini	1.0	2.0	3.0	4.0	1.0
(b)Nausea	1.0	2.0	3.0	4.0	1.0
(c)Difficoltà di concentrazione	1.0	2.0	3.0	4.0	1.0
(d)Perdita di memoria	1.0	2.0	3.0	4.0	1.0
(e)Sonnolenza, stanchezza inusuale	1.0	2.0	3.0	4.0	1.0
(f)Cefalea	1.0	2.0	3.0	4.0	1.0
(g)Sapore metallico in bocca	1.0	2.0	3.0	4.0	1.0
(h)Sensazione di instabilità	1.0	2.0	3.0	4.0	1.0
(i)Lampi luminosi	1.0	2.0	3.0	4.0	1.0
(l)Sensazione di ronzii o fischi	1.0	2.0	3.0	4.0	1.0
(m)Disturbi del sonno	1.0	2.0	3.0	4.0	1.0
(n) Percezione di sensazione di calore localizzato/diffuso					
(o)Eventuali altri, descrivili					
	1.0	2.0	3.0	4.0	1.0
	1.0	2.0	3.0	4.0	1.0

Negli ultimi 3 mesi hai consultato un medico a causa di uno dei sintomi riportati?

No Si

Se si: a) per quali sintomi? b) è stata posta una diagnosi medica per il/i sintomi (quale)? c) ti sono stati prescritti dei farmaci per il/i sintomi (quali)?



ACCERTAMENTI PREVENTIVI	ACCERTAMENTI PERIODICI	CONTROLLO MEDICO*** (superamento VLE/comparsa effetti indesiderati o inattesi)
<p>Visita medica Questionario anamnestico per impianti attivi e non attivi</p>	<p>Visita annuale* per i lavoratori riconosciuti come “particolarmente sensibili” e per quelli con esposizioni sistematicamente superiori ai VLE, ma con periodicità eventualmente diversa sulla base delle condizioni del lavoratore e dei livelli di esposizione (flessibilità/deroga)</p> <p>Visita medica da ripetere ogni 4 anni**</p> <p>Questionario anamnestico per impianti attivi e non attivi</p>	<p>Visita medica Eventuali accertamenti in funzione dell’entità del superamento del VLE/degli effetti riferiti (ad esempio visita Oculistica, Cardiologica)</p>

** Per verificare l’evoluzione delle condizioni cliniche di particolari sensibilità.*

***Per verificare il permanere dell’assenza di condizioni di particolare sensibilità e per effettuare un rinnovo della informazione mirata.*

**** Per verificare l’insorgenza di effetti acuti e gestirne l’evoluzione, per valutare l’associazione dei effetti indesiderati/inattesi con l’esposizione e monitorarne l’evoluzione.*

Grazie per l'attenzione

Prof. Alberto Modenese: alberto.modenese@unimore.it



Radiation and Work

Associazione Italiana di Radioprotezione Medica (AIRM)



Cattedra di Medicina del Lavoro

Dip. Scienze Biomediche, Metaboliche e Neuroscienze



UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA