This is the peer reviewd version of the followng article:

CEM: le condizioni che possono comportare una maggiore suscettibilità dei lavoratori e le misure di prevenzione / Gobba, F., Modenese, A.. - (2019), pp. 39-56. (dBA 2019. Agenti fisici e salute nei luoghi di lavoro. Bologna 17/10/2019).

Azienda USL di Modena - Dipartimento di Sanità Pubblica - SPSAL
Terms of use:

The terms and conditions for the reuse of this version of the manuscript are specified in the publishing policy. For all terms of use and more information see the publisher's website.

12/11/2026 02:05

(Article begins on next page)

RegioneEmilia-Romagna
Assessorato politiche per la salute

INAIL
Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Modena

dBA 2019

Agenti fisici e salute nei luoghi di lavoro

Atti a cura di:
S. Goldoni, P. Nataletti, N. Della Vecchia, A. Santarpia

Bologna, 17 ottobre 2019

In ricordo di Alessandra Tomaselli

Alessandra Tomaselli si è laureata in Ingegneria Elettronica a Pavia nel 1982.
La sua attività scientifica comprendeva la microscopia a due fotoni, per la quale ha ottenuto anche un brevetto, la fotoionizzazione laser, oltre a riuscite iniziative di divulgazione: laserfest, esposizione celebrativa dei 50 anni del laser, ondivaghiamo, per spiegare la fisica delle onde anche ai bimbi delle elementari.
Per molti di noi era semplicemente la Prof. Più o meno tutti quelli che in Italia si occupano di sicurezza laser hanno imparato qualcosa da Alessandra o da qualcuno che è stato formato da lei.
La fotoionizzazione laser dei frammenti di fissione è impiegata in un progetto di ricerca dell'INFN chiamato Selective Production of Exotic Species, ovvero SPES.
Quando nell'autunno 2018 è stata diagnosticata ad Alessandra una patologia senza speranza, pochi hanno colto l'ironia, perché veramente poche persone sono state informate.
Voleva disturbare il meno possibile, a costo di sembrare latitante, negli ultimi mesi prendeva solo gli impegni che era certa di riuscire a mantenere.
Tutti quelli che hanno condiviso con lei i diversi progetti adesso si rendono conto che la prof. Tomaselli, ha insegnato anche qualcosa di più importante che non è su nessuna slide o pubblicazione scientifica.
Chi lavorava con lei sa che nessun brevetto, o pubblicazione scientifica, valevano il matrimonio di qualcuno dei suoi quattro figli, o i viaggi col marito per andare dal nipotino dall'altra parte dell'oceano.
Adesso che Alessandra ci ha lasciato, il 26 giugno 2019, ci rendiamo conto che il suo insegnamento fondamentale, compresa la sua passione per la sicurezza laser, veniva dalla consapevolezza che qualunque invenzione o scoperta che possiamo fare, ha senso nella misura in cui ci aiuta a prenderci cura gli uni degli altri.
Chi vuole ricordarla rispettando il desiderio della sua famiglia, può quindi contribuire a sostenere la comunità del sud del Burundi che anche lei aiutava.
"Insieme per Ruzira": https://agipapress.blogspot.com/2019/07/sociale-pavia-da-pavia-al-burundi.html?fbclid=IwAR3tA9QKThXx-eI49VXclC7YspOmchJNKOfxSNnjlws9SIiSuSKFIcJCM2Y

F.F.



Insieme per Ruzira ONLUS

Dove?

Ruzira si trova in provincia di Bururi, nel sud del Burundi. Qui le persone hanno voglia di crescere nonostante le difficoltà!

Obiettivo

Il nostro obiettivo è arrivare a 65.000€ per dare una svolta al futuro di un'intera comunità!

Insieme per Ruzira ha come scopo principale la ristrutturazione di uno spazio educativo composto da 6 nuove aule.
Un luogo dove i ragazzi possano sognare un futuro migliore.





L'acqua è fonte di vita, per questo motivo tra i progetti della Onlus troviamo la creazione di un nuovo acquedotto che migliorerà le condizioni sanitarie degli alunni.

Per garantire sostenibilità alla scuola *Insieme per Ruzira* vuole dotarla di pannelli solari in grado di generare l'energia necessaria.



Come donare:

ONLUS Insieme per Ruzira
CF 96079060180

Partita IVA 0000096079060180
INTESASANPAOLO
BANCA PROXIMA
IT88P0335901600100000163689





Chiunque è autorizzato a riprendere parti di questo testo a patto di citare l'articolo con i relativi Autori ed il Volume con i suoi Curatori.

http://www.ausl.mo.it/dsp/dba

dBAinfo@ausl.mo.it

d-A2019

Agenti fisici e salute nei luoghi di lavoro

Convegno Nazionale promosso da:

Regione Emilia-Romagna
Assessorato politiche per la salute

INAIL
ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Modena
Dipartimento di sanità pubblica

In collaborazione con:

OTCF
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici dell'Emilia-Romagna

COORDINAMENTO TECNICO INTERREGIONALE DELLA PREVENZIONE NEI LUOGHI DI LAVORO

ORDINE INGEGNERI BOLOGNA

Bologna, 17 ottobre 2019

Atti a cura di: Silvia Goldoni, Pietro Nataletti, Nino Della Vecchia, Antonio Santarpia

Comitato Promotore

Adriana Giannini	Regione Emilia-Romagna
Ester Rotoli	INAIL DC Prevenzione
Antonio Brambilla	Azienda USL di Modena

Comitato Scientifico

Daniele Andreuccetti	CNR IFAC
Luisa Biazzi	Università degli Studi di Pavia
Gian Marco Contessa	ENEA
Nicoletta Cornaggia	GTISSLL – Regione Lombardia
Riccardo di Liberto	IRCCS Policlinico San Matteo
Dario D'Orazio	DIN Università di Bologna
Pasquale Antonio Di Palma	INAIL SSC
Davide Ferrari	Azienda USL di Modena
Liliana Frusteri	INAIL - Contarp centrale
Francesco Frigerio	ICS Maugeri Spa Pavia
Massimo Garai	DIN - Università di Bologna
Abdul Ahamad Ghani	Ministero del Lavoro
Adriana Giannini	Regione Emilia-Romagna
Fabriziomaria Gobba	Università di Modena e Reggio Emilia
Silvia Goldoni	Azienda USL di Modena
Sergio Iavicoli	INAIL - DiMEILA
Alessandro Merlino	CeSNIR, Villasanta (MB)
Alberto Modenese	Università di Modena e Reggio Emilia
Iole Pinto	Usl Toscana Sud-Est
Elena Rossi	DIN - Università di Bologna
Enrica Zinzini	Medico Oculista

Segreteria Scientifica

Silvia Goldoni	Azienda USL di Modena
Pietro Nataletti	INAIL - DiMEILA
Nino Della Vecchia	Azienda USL di Modena
Santarpia Antonio	Azienda USL di Modena

Segreteria Organizzativa
Morena Piumi: formazionedsp@ausl.mo.it

Redazione atti:
Silvia Goldoni, Nino Della Vecchia, Santarpia Antonio
Azienda USL di Modena - Dipartimento di Sanità Pubblica - SPSAL
Via Martiniana, 21 Baggiovara – 41126 Modena; Tel. 059-3963100

PRESENTAZIONE

Questo volume raccoglie gli Atti del Convegno **"dBA2019 – *Agenti fisici e salute nei luoghi di lavoro"*** che si è tenuto a Bologna il 17 ottobre 2019.

Il Convegno, incentrato come sempre sulla tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, è stato organizzato dalla *Regione Emilia Romagna*, Assessorato alla Sanità, dall'*Azienda Unità Sanitaria Locale di Modena*, Dipartimento di Sanità Pubblica e dall'*INAIL*, Istituto Nazionale Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro.

Con il convegno **dBA *2019 - Agenti fisici e salute nei luoghi di lavoro*** ci si pone l'obiettivo di approfondire i temi degli agenti fisici e dei loro effetti sulla salute dei lavoratori, attraverso la diffusione di esperienze di: valutazione del rischio; metodologie/tecnologie innovative per il controllo degli agenti fisici; implementazione di interventi di prevenzione e protezione efficienti ed efficaci; azioni di supporto alle piccole e medie imprese per il raggiungimento di livelli standard minimi di salute e sicurezza sul posto di lavoro, quali banche dati e procedure guidate di valutazione dei rischi. Come tradizione nell'ambito del convegno sarà dato adeguato spazio anche alle novità normative, tra queste il punto in merito al recepimento della Direttiva Europea 2013/59/Euratom sulla protezione dalle Radiazioni Ionizzanti.

Il Convegno si rivolge ai tecnici privati e pubblici di igiene industriale, ai medici competenti, ai responsabili e agli addetti dei servizi di prevenzione e protezione aziendali.

Gli Atti di **dBA2019**, disponibili anche in formato elettronico, si avvalgono dei contributi dei principali esperti del settore a livello. Ci auguriamo che i materiali presentati possano essere di valido ausilio per gli operatori della tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

Ringrazio il Comitato Promotore, il Comitato Scientifico, la Segreteria Scientifica, gli Autori delle relazioni qui raccolte, i partecipanti al Convegno, la Redazione e tutti coloro che hanno contribuito con il loro impegno all'organizzazione della manifestazione.

Il Responsabile Scientifico
Silvia Goldoni

d=A2019

Agenti fisici e salute nei luoghi di lavoro

Programma

I sessione

9,00	Registrazione dei partecipanti ECM e CFP
9,30	Apertura dei lavori - Saluti delle Autorità
10,00	L'evoluzione della normativa in materia di tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro. A che punto siamo. *(Abdul Ahmad Ghani – Ministero del Lavoro)*
10,20	Nuova normativa Euratom sulle radiazioni ionizzanti: cosa cambia *(Riccardo Di Liberto - IRCCS Policlinico San Matteo)*
10,40	La Radioprotezione tra Testo Unico e D.lgs. 230/95 *(Simona D'Agostino - INAIL, Gian Marco Contessa - ENEA, Eleonora Ragno - CNR, Paolo Rossi – Ministero della Salute)*
11,00	Nuovi approcci della radioprotezione per le attività NORM (Naturally Occurring Radioactive Materials). *(Rosabianca Trevisi, Federica Leonardi – INAIL, Cristina Nuccetelli – ISS)*
11,20	Il rischio da esposizioni a CEM in ambiente sanitario: il progetto CRAEM per promuovere la sicurezza con la realtà aumentata *(Raffaele d'Angelo – INAIL, Rita Massa - Università di Napoli Federico II, Gabriella Duca - ISSNOVA Institute for Sustainable Society and Innovation)*
11,40	CEM: le condizioni che possono comportare una maggiore suscettibilità dei lavoratori e le misure di prevenzione *(Fabriziomaria Gobba, Alberto Modenese – Università di Modena e Reggio Emilia)*
12,00	I nuovi riferimenti normativi italiani ed europei per la valutazione del rischio campi elettromagnetici *(Laura Filosa – INAIL, Arianna Guarneri – TERNA SPA, Vanni Lopresto - ENEA)*
12,20	Strumenti operativi per la valutazione del rischio da CEM *(Daniele Andreuccetti –CNR IFAC; Rosaria Falsaperla – INAIL)*
12,40	Dibattito
13,00	Chiusura della I° Sessione del Convegno

d-A2019

Agenti fisici e salute nei luoghi di lavoro

Programma

II sessione

14,10 Illuminazione a LED e rischio fotobiologico: cosa sappiamo e cosa crediamo di sapere *(Francesco Frigerio –ICS Maugeri SPA; Luisa Biazzi – Università di Pavia)*

14,30 Strumenti operativi per la valutazione del rischio da radiazioni ottiche naturali e artificiali *(Iole Pinto, Andrea Bogi, Nicola Stacchini - Laboratorio di Sanità pubblica USL Toscana Sud Est; Francesco Picciolo - Università degli Studi di Siena)*

14,50 Esposizione alla luce blu e danno oculare. Un rischio da valutare o da rivalutare? *(Enrica Zinzini, Medico Oculista a RLP INAIL; Pier Ugo Carletti, Dirigente Medico INAIL)*

15,10 L'esposizione al sole dei lavoratori outdoor: un rischio sottostimato *(Massimo Borra - INAIL; Chiara Burattini, Luca Gugliermetti – Sapienza Università di Roma; Alberto Modenese – Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia)*

15,30 La sezione Microclima del Portale Agenti Fisici *(Iole Pinto, Andrea Bogi, Nicola Stacchini - LAboratorio di Sanità Pubblica AUSL Toscana Sud Est; Francesco Picciolo - Università degli studi di Siena; Simona Del Ferraro, Vincenzo Molinaro, Antonio Moschetto - INAIL; Domenico Gioia - Mirigo SRL)*

15,50 Strategie di valutazione del microclima negli ambienti produttivi e assimilabili. *(Alessandro Merlino, Gianluca Gambino, Daniele Meda, Gabriele Quadrio - CeSNIR srl)*

16,10 Misure di attenuazione di un inserto auricolare mediante metodica E-A-R FIT. *(Diego Annesi, Pietro Nataletti, Paolo Lenzuni – INAIL; Guido Alfaro Degan, Gianluca Coltrinari, Dario Lippiello, Andrea Vestrucci - Università degli Studi di Roma Tre; Claudio Galbiati, Dino Peruch – 3M Italia Srl, PSD Technical Division)*

16,30 Procedure di qualificazione acustica di spazi industriali secondo UNI EN ISO 14257: tre casi studio. *(Dario D'Orazio, Massimo Garai, Gioia Cardinali, Elena Rossi - Università di Bologna)*

16,50 Uniformità ed efficacia della vigilanza in materia di rumore: il progetto BRIC *(Silvia Goldoni, Antonio Santarpia, Nino Della Vecchia – Azienda USL di Modena)*

17,10 Aggiornamento in materia di valutazione del rischio da vibrazioni. La nuova monografia INAIL. *(Pietro Nataletti, Paolo Lenzuni - INAIL)*

17,30 Dibattito

18,00 Chiusura della II Sessione del Convegno

d=A2019

Agenti fisici e salute nei luoghi di lavoro

Programma

Sessione Poster

Il tempo di misura dei parametri termoigrometrici negli accertamenti tecnici di microclima. *(Gianluca Gambino, Daniele Meda, Alessandro Merlino, Gabriele Quadrio - CeSNIR srl)*

Accertamenti di stress termico mediante monitoraggio della frequenza cardiaca degli esposti *(Alessandro Merlino, Gianluca Gambino, Daniele Meda, Gabriele Quadrio - CeSNIR srl)*

Valutazione della salute vocale nei cantanti professionisti.
(Claudia Giliberti, Raffaele Mariconte – INAIL, Fabio Lo Castro - CNR-INM, Maria Patrizia Orlando, Lucia Longo - Sapienza Università di Roma)

Studio di uno strumento interattivo basato su check list per la gestione dei controlli ispettivi in materia di rumore (*Goldoni Silvia, Nino della Vecchia, Santarpia Antonio)*

TCA2020: misura e controllo dell'agente fisico rumore: focus istituzioni – eccellenze italiane della ricerca. 22-24 giugno 2020 Auditorium Ravello. *(Augusto Papa - INAIL)*

Indice generale

RELAZIONI

NUOVA NORMATIVA EURATOM SULLE RADIAZIONI IONIZZANTI: COSA CAMBIA **pag.1**
Riccardo Di Liberto

LA RADIOPROTEZIONE TRA TESTO UNICO E D.LGS. 230/95 **pag.5**
Simona D'Agostino, Gian Marco Contessa, Eleonora, Ragno, Paolo Rossi

NUOVI APPROCCI DELLA RADIOPROTEZIONE PER LE ATTIVITÀ NORM (NATURALLY OCCURRING RADIOACTIVE MATERIALS). **pag.17**
Rosabianca Trevisi, Federica Leonardi, Cristina Nuccetelli

IL RISCHIO DA ESPOSIZIONI A CEM IN AMBIENTE SANITARIO: IL PROGETTO CRAEM PER PROMUOVERE LA SICUREZZA CON LA REALTÀ AUMENTATA **pag.31**
Raffaele d'Angelo, Rita Massa, Gabriella Duca

CEM: LE CONDIZIONI CHE POSSONO COMPORTARE UNA MAGGIORE SUSCETTIBILITÀ DEI LAVORATORI E LE MISURE DI PREVENZIONE **pag.39**
Fabriziomaria Gobba, Alberto Modenese

I NUOVI RIFERIMENTI NORMATIVI ITALIANI ED EUROPEI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO CAMPI ELETTROMAGNETICI **pag.57**
Laura Filosa, Arianna Guarneri, Vanni Lopresto

STRUMENTI OPERATIVI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA CEM **pag.65**
Daniele Andreuccetti, Rosaria Falsaperla

ILLUMINAZIONE A LED E RISCHIO FOTOBIOLOGICO: COSA SAPPIAMO E COSA CREDIAMO DI SAPERE **pag.77**
Francesco Frigerio, Luisa Biazzi

STRUMENTI OPERATIVI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA RADIAZIONI OTTICHE NATURALI E ARTIFICIALI **pag.91**
Iole Pinto, Andrea Bogi, Nicola Stacchini, Francesco Picciolo

ESPOSIZIONE ALLA LUCE BLU E DANNO OCULARE. UN RISCHIO DA VALUTARE O DA RIVALUTARE? **pag.103**
Enrica Zinzini, Pier Ugo Carletti

L'ESPOSIZIONE AL SOLE DEI LAVORATORI OUTDOOR: UN RISCHIO SOTTOSTIMATO **pag.115**
Massimo Borra, Chiara Burattini, Luca Gugliermetti, Alberto Modenese

LA SEZIONE MICROCLIMA DEL PORTALE AGENTI FISICI **pag.125**
Iole Pinto, Andrea Bogi, Nicola Stacchini, Francesco Picciolo, Simona Del Ferraro, Vincenzo Molinaro, Antonio Moschetto, Domenico Gioia

STRATEGIE DI VALUTAZIONE DEL MICROCLIMA NEGLI AMBIENTI PRODUTTIVI E ASSIMILABILI **pag.165**
Alessandro Merlino, Gianluca Gambino, Daniele Meda, Gabriele Quadrio

MISURE DI ATTENUAZIONE DI UN INSERTO AURICOLARE MEDIANTE METODICA E-A-R FIT. **pag.181**
Diego Annesi, Pietro Nataletti, Paolo Lenzuni, Guido Alfaro Degan, Gianluca Coltrinari, Dario Lippiello, Andrea Vestrucci, Claudio Galbiati, Dino Peruch

PROCEDURE DI QUALIFICAZIONE ACUSTICA DI SPAZI INDUSTRIALI SECONDO UNI EN ISO 14257: TRE CASI STUDIO. **pag.191**
Dario D'Orazio, Massimo Garai, Gioia Cardinali, Elena Rossi

UNIFORMITÀ ED EFFICACIA DELLA VIGILANZA IN MATERIA DI RUMORE: IL PROGETTO BRIC **pag.209**
Silvia Goldoni, Antonio Santarpia, Nino Della Vecchia

AGGIORNAMENTO IN MATERIA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA VIBRAZIONI. LA NUOVA MONOGRAFIA INAIL. **pag.233**
Pietro Nataletti, Angelo Tirabasso, Raffaele Sabatino, Paolo Lenzuni

IL TEMPO DI MISURA DEI PARAMETRI TERMOIGROMETRICI NEGLI ACCERTAMENTI TECNICI DI MICROCLIMA. **pag.249**
Gianluca Gambino, Daniele Meda, Alessandro Merlino, Gabriele Quadrio

ACCERTAMENTI DI STRESS TERMICO MEDIANTE MONITORAGGIO DELLA FREQUENZA CARDIACA DEGLI ESPOSTI. **pag.267**
Alessandro Merlino, Gianluca Gambino, Daniele Meda, Gabriele Quadrio

VALUTAZIONE DELLA SALUTE VOCALE NEI CANTANTI PROFESSIONISTI. **pag.291**
Claudia Giliberti, Raffaele Mariconte, Fabio Lo Castro, Maria Patrizia Orlando, Lucia Longo

STUDIO DI UNO STRUMENTO INTERATTIVO BASATO SU CHECK LIST PER LA GESTIONE DEI CONTROLLI ISPETTIVI IN MATERIA DI RUMORE **pag.301**
Goldoni Silvia, Nino della Vecchia, Santarpia Antonio

TCA2020: MISURA E CONTROLLO DELL'AGENTE FISICO RUMORE: FOCUS ISTITUZIONI – ECCELLENZE ITALIANE DELLA RICERCA. 22-24 GIUGNO 2020 AUDITORIUM RAVELLO. **pag.335**
Augusto Papa

La biblioteca di d:A & altre Pubblicazioni **pag.343**

d:A2019

Agenti fisici e salute nei luoghi di lavoro

CEM: LE CONDIZIONI CHE POSSONO COMPORTARE UNA MAGGIORE SUSCETTIBILITÀ DEI LAVORATORI E LE MISURE DI PREVENZIONE

Fabriziomaria Gobba [(1)] Alberto Modenese [(1)]

[(1)] *Cattedra di Medicina del Lavoro, Dipartimento di Scienze Biomediche, Metaboliche e Neuroscienze, Università di Modena e Reggio Emilia*

INTRODUZIONE

Una doverosa premessa, necessaria per inquadrare in modo preciso l'oggetto della presentazione, è che i rischi da esposizione occupazionale dai campi elettromagnetici (CEM) presi in considerazione dalla normativa attuale (D.Lgs 81/2008 e s.m.i.) [1] sono *" ...i 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), che sono poi meglio dettagliati nell'art. 207. Non sono invece considerati gli *" .... eventuali effetti a lungo termine .... "*. Su questi presupposti, i Valori Limite di Esposizione (VLE) e i Valori di Azione (VA) che vengono previsti dal Decreto *" ..... riguardano soltanto le relazioni scientificamente accertate tra effetti biofisici diretti a breve termine ed esposizione ai campi elettromagnetici"* [1, 2].

Il Capo IV del Titolo VIII del Decreto Legislativo 81/2008, così come aggiornato dal Decreto Legislativo 159/2016, riprendendo in modo sostanzialmente speculare la Direttiva 2013/35/EU [2] da cui deriva, prevede in modo esplicito l'esistenza, nei lavoratori esposti a CEM, di specifiche condizioni che possono comportare una maggiore suscettibilità a tale rischio: all'art. 209, infatti, esplicitamente richiede di prestare *"....particolare*

attenzione…" a *"…tutti gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio…"*, riportando anche una lista, non considerabile però esaustiva, di tali lavoratori: *" ... 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"*. Non può essere taciuto che le conoscenze sulle condizioni che comportano una *"particolare sensibilità"* ai CEM, sui meccanismi e sulle specifiche condizioni di esposizione che generano un rischio per questi lavoratori sono da considerarsi ancora non adeguatamente esaustive, così come va anche rilevato che, per questi lavoratori, il rispetto dei Valori Limite di Esposizione definiti dal D.lgs. 81/08 e s.m.i può non essere adeguatamente protettivo [3,4].
Il Medico del lavoro incaricato della Sorveglianza Sanitaria di lavoratori esposti a CEM si trova di quindi di fronte ad una serie di problematiche che finora non sembrano essere state sufficientemente chiarite. Con questa relazione ci proponiamo di fornire un contributo per affrontare tali problematiche, concentrandoci in particolare sui due aspetti che ci sembrano di maggior rilievo in questo ambito:

- chi sono i *"lavoratori particolarmente sensibili al rischio"*, ovvero in base alle conoscenze attuali, quali condizioni possono comportare una particolare sensibilità ai CEM, e attraverso quali meccanismi?

- quali possibili criteri possono essere applicati per attuare un'efficace Sorveglianza Sanitaria (SS) nei confronti dei lavoratori nei quali sono state identificate tali condizioni?

I LAVORATORI PARTICOLARMENTE SENSIBILI AI CEM Gli effetti di detrimento della salute connessi alla esposizione ai CEM per i quali esiste un rapporto di causalità accertato, ed i cui meccanismi patogenetici sono noti, possono essere distinti in **indiretti** e **diretti**. Gli **effetti indiretti** di interesse specifico per questa relazione sono essenzialmente la possibilità di interferenza, ad esempio con dispositivi medici impiantati o portati sul corpo, l'effetto meccanico e le correnti di contatto. Per quanto riguarda invece gli **effetti diretti**, quelli delle basse frequenze sono sostanzialmente correlati a correnti indotte, e sono riconducibili ad una stimolazione di strutture nervose (in particolare di quelle a funzione neurosensoriale) e muscolari, mentre per le frequenze elevate sono invece riferibili principalmente ad una deposizione di energia, con conseguente aumento della temperatura di organi e tessuti [3,4].

La normativa (molto opportunamente) non identifica una lista esaustiva di

tutte le condizioni che possono indurre una particolare sensibilità al rischio da CEM, dato che questo è un compito che spetta alla ricerca scientifica. E' da ritenersi che tali condizioni siano da ricercarsi tra quelle che possono intervenire sui meccanismi di interazione noti allo stato attuale delle conoscenze, inducendo una maggiore suscettibilità. Un utile riferimento in questo ambito è la lista (anche questa non necessariamente esaustiva) dei lavoratori da considerarsi particolarmente a rischio riportata nella "Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/EU relativa ai campi elettromagnetici" [5], che viene presentata nella Tabella I.

Tabella I. Lavoratori da considerare particolarmente sensibili ai CEM
Da: Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/EU relativa ai campi elettromagnetici. Vol I. novembre 2014 [5]

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.

Per precisione va segnalato che nella Tabella c'è un refuso (presente sia nella versione inglese che nella traduzione italiana): tra gli "Esempi" di dispositivi impiantabili passivi vengono erroneamente citati quelli attivi
Come anticipato, la maggiore sensibilità di tali lavoratori comporta la possibile comparsa di vari effetti, che possono essere classificati in **indiretti** e **diretti**.

Effetti indiretti
Una lista delle principali categorie di lavoratori da considerarsi potenzialmente particolarmente sensibili agli **effetti indiretti** dei CEM è presente nell'art. 209 del D.Lgs 81/2008; si tratta dei *" ... portatori di dispositivi medici impiantati, attivi o passivi, o dispositivi medici portati sul corpo ..."*. In questi casi il più importante il meccanismo di interazione è l'interferenza, ma in talune situazioni anche altri, quali l'induzione di correnti e l'effetto meccanico, potrebbero avere un ruolo significativo [3].
I **dispositivi medici impiantati attivi** (frequentemente indicati con

l'acronimo **DMIA**) attualmente più diffusi sono probabilmente i pacemaker, i defibrillatori (ICD) e gli impianti cocleari, ma ne esistono numerosi altri, quali gli impianti al tronco encefalico, gli apparecchi acustici endoauricolari, i neurostimolatori, le pompe per l'infusione, i codificatori della retina ed altri ancora [3,4]. Pur non avendo dati precisi sul numero di lavoratori con DMIA, è da ritenere che sia significativo, oltre ad essere in progressiva ulteriore espansione nel tempo in ragione sia dell'aumento delle indicazioni cliniche e della tipologia di dispositivi disponibili, che dell'aumento di età della popolazione lavorativa.

I possibili effetti che i CEM possono indurre sui dispositivi medici cardiaci, o su loro parti, sono essenzialmente da ricondursi o ad un effetto meccanico che può essere generato da campi statici e che può comportare dislocazioni, oppure alla induzione di correnti che possono a loro volta causare inibizione della stimolazione o variazioni di soglia o del settaggio del dispositivo, con conseguente errato sensing da disturbo nei circuiti elettronici e/o della capacità di rilevamento del ritmo; un ulteriore meccanismo è un aumento della temperatura ai punti di contatto tra materiali metallici e tessuti, che potrebbe causare una risposta tissutale. La possibile occorrenza di effetti da meccanismo meccanico è da ritenersi un'evenienza più rara rispetto a quelli da correnti indotte. Un altro punto importante è che interferenze modeste e/o di breve durata possono anche essere clinicamente del tutto silenti e passare pertanto inosservate, ma episodi più rilevanti e/o prolungati possono invece indurre stimolazioni inappropriate o un mancato funzionamento, fino ad un completo desettaggio del dispositivo con necessità di riprogrammazione [4].

In generale, specie considerando la diffusione relativamente elevata, le segnalazioni di malfunzionamento di DMIA cardiaci occorse in lavoratori sono piuttosto rare, e la maggioranza degli autori che si sono occupati della problematica conclude che, negli ambienti di lavoro attuali la probabilità di fenomeni di interferenza significativa è da considerarsi bassa [6], ma è anche possibile una sottostima per l'esistenza di episodi che non vengono segnalati. Per quanto riguarda in particolar modo i pacemaker, vari studi indicano una potenziale maggiore suscettibilità di quelli unipolari [6-9].

Anche per quanto riguarda gli altri DMIA i meccanismi in gioco sono essenzialmente gli stessi, mentre gli effetti indotti dipendono dal tipo specifico di dispositivo [3,4]. Le conoscenze sono tuttavia minori anche perché le segnalazioni sono scarse, forse anche in funzione della minore diffusione.

I DMIA immessi sul mercato a partire dal 1995 devono rispondere ai requisiti previsti dalla direttiva 90/385/CEE; quelli immessi a partire dal 2007 devono invece far riferimento alla 2007/47/CE, che prevede che tali dispositivi siano progettati e fabbricati in modo da eliminare, o comunque ridurre al minimo, i rischi da esposizioni a CEM ragionevolmente

prevedibili nell'ambiente «normale», ovvero quelli indotti dalle più comuni sorgenti ambientali. Inoltre, dal gennaio 2019 i dispositivi medici indossabili devono rispondere ai requisiti previsti dalla della EN60601-1-2 del 2015 (4° Edizione) che, tra l'altro, prevede la necessità di garantire l'immunità a sistemi di comunicazione a radiofrequenza di uso comune quali i sistemi GSM, UMTS, LTE, Bluetooth e reti Wi-Fi ad una distanza di 30 cm. Sembra utile citare in questa sede anche il recente Regolamento UE 2017/745 sui dispositivi medici, che si applicherà a partire dal 26 maggio 2020, e che abroga le precedenti disposizioni comunitarie [10]. Una discussione approfondita sui contenuti non è oggetto di questa relazione, ma sembra opportuno segnalare almeno il Capo II (Requisiti relativi alla progettazione e alla fabbricazione) dove, tra i requisiti essenziali, figurano la eliminazione o la riduzione per quanto possibile dei " rischi ragionevolmente prevedibili connessi a influenze esterne o a condizioni ambientali, quali campi magnetici, effetti elettrici ed elettromagnetici esterni, scariche elettrostatiche, radiazioni collegate a procedure diagnostiche o terapeutiche, pressione, umidità, temperatura, variazioni di pressione e di accelerazione o interferenze del segnale radio". Tuttavia, nella norma non rientra una valutazione dell'immunità ai segnali generati da eventuali sorgenti specifiche che possono essere presenti negli ambienti di lavoro: in questi casi possono essere necessarie ulteriori valutazioni, che possono essere condotte secondo la metodologia generale per la valutazione del rischio di soggetti portatori di DMIA definita nella norma EN EN50527-1:2010 [11]. Questa norma parte dall'assunto che i dispositivi medici impiantati e programmati conformemente alle buone pratiche mediche abbiano un corretto funzionamento per livelli di esposizione che non eccedono quelli stabiliti per la popolazione generale dalla Raccomandazione 1999/519/CE [12], e fornisce anche una lista di apparecchiature/condizioni di esposizione per le quali (purché vengano tenute in considerazione le indicazioni riportate nella colonna "Eccezione e Note") non è da attendersi un superamento dei livelli di riferimento per la popolazione generale [4], e che possono pertanto essere considerati usualmente compatibili anche per i portatori di DMIA. Per i campi magnetici statici (o quasi statici, fino a qualche Hz) viene consigliato di non superare il livello di 1 mT se non per esposizioni di breve durata, anche se il D.lgs. 81/08 stabilisce un VA di 0,5 mT al fine di prevenire interferenze con i dispositivi impiantabili attivi [4]. Un punto importante da tenere in considerazione è che, per garantire l'immunità dei dispositivi, i valori da considerare nelle valutazioni e confrontare con i valori di riferimento della Raccomandazione 1999/519/CE sono quelli su base istantanea, ovvero senza alcuna ponderazione temporale.

Nelle situazioni in cui tutte le sorgenti presenti nell'ambiente di lavoro rientrano tra quelle riportate nella citata tabella della norma EN50527-

1:2010 [11] il processo di valutazione del rischio può essere considerato esaurito e non sono necessarie ulteriori misure. Va però rilevato che situazioni particolari, quali una configurazione peculiare del DMIA necessaria per esigenze cliniche del paziente, ecc., comportano la necessità di una valutazione specifica caso per caso, anche nelle situazioni che, usualmente, sarebbero considerati compatibili in quanto comprese nella lista del citato Allegato A.
Nei casi in cui siano presenti sorgenti non comprese nella tabella, invece, in presenza di lavoratori con DMIA o, comunque, particolarmente sensibili è necessaria una valutazione più approfondita. L'Allegato A della stessa norma [11] riporta le indicazioni per tale approfondimento, che prevede una collaborazione del medico competente. In particolare potranno essere richieste informazioni alla struttura sanitaria dove è stato impiantato il dispositivo e/o al produttore del dispositivo stesso. Devono essere acquisite le necessarie informazioni sulle caratteristiche del dispositivo, i livelli di immunità, i possibili malfunzionamenti prevedibili, le eventuali misure preventive che possono essere messe in atto, ecc.
In linea di massima, le modalità che possono essere applicate per la valutazione sono:
- *Approccio non clinico*, basato sul confronto tra i livelli e le caratteristiche dell'esposizione occupazionale del lavoratore ed i livelli di immunità e le caratteristiche del dispositivo così come desumibili dalle informazioni raccolte
- *Approccio clinico*, basato su un vero e proprio monitoraggio "*in vivo*" del funzionamento del DMIA in condizioni di esposizione reali (o eventualmente anche simulate in laboratorio), da attuarsi sotto osservazione clinica diretta, ovviamente prevedendo tutte le necessarie precauzioni opportune.

Nella valutazione approfondita da attuarsi nei lavoratori portatori di DMIA, tra le caratteristiche di cui tenere conto per la valutazione dell'idoneità lavorativa, dovrebbero però essere considerate anche le caratteristiche del fenomeno di interferenza che può essere indotto. e la sua effettiva rilevanza clinica. Ad esempio, in aree con esposizione che potrebbero essere anche superiori ai livelli di immunità del dispositivo, è importante stabilire se la interferenza può essere indotta da esposizioni istantanee o richieda una maggior durata, e se gli effetti sono clinicamente significativi. Se anche esposizioni brevi possono essere efficaci, e l'effetto dell'interferenza non è clinicamente accettabile, l'operatore con DMIA non è idoneo al lavoro nelle aree interessate, ma in alcuni casi, se gli effetti possono essere considerati clinicamente accettabili per brevi periodi (un esempio che viene frequentemente utilizzato per illustrare la situazione è la esposizione

transitoria di un portatore di pacemaker che attraversa un sistema antitaccheggio) il lavoratore con DMIA può transitare nell'area, purché non debba sostarvi o lavorarvi [13,14].
Questo concetto viene esplicitato in modo più completo nella norma EN 50527-1, che descrive un'"esposizione transitoria" come un'esposizione ai campi elettromagnetici che può essere causata da un campo elettromagnetico temporaneo o dal movimento della persona esposta all'interno o attraverso un campo elettromagnetico e che:

- non è continuativa e prevede un termine o una riduzione dei campi a livelli ininfluenti;
- non danneggia il dispositivo impiantato;
- porta esclusivamente a una risposta accettabile del DMIA sulla base di una raccomandazione del medico responsabile (per esempio mediante linee guida generiche o avvisi specifici) o dell'annotazione nella documentazione di accompagnamento del dispositivo impiantato [13, 14].

Sulla base dei risultati, il processo di valutazione del rischio, comunque venga effettuato, dovrà in ogni caso concludersi con l'individuazione di aree ad accesso libero (continuativo o transitorio) e aree ad accesso interdetto per i lavoratori particolarmente sensibili, e possibilmente con un piano di adeguamento della postazione/attività [3,4].
Anche nella *"Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici"* [5] sono riportate delle indicazioni relative alle modalità di valutazione del rischio, che sono sostanzialmente analoghe a quelle appena descritte.

Passiamo ora ad affrontare le problematiche connesse con i **dispositivi medici impiantati passivi**. Sono quelli che non hanno una sorgente autonoma di energia e componenti elettriche e/o elettroniche, ed hanno funzioni essenzialmente meccaniche; esempi sono le protesi articolari, endoauricolari passive, chiodi, piastre, viti, clip chirurgiche, clip per aneurisma, stent, protesi valvolari cardiache, anelli per annuloplastica, impianti contraccettivi, otturazioni dentali ed altri. Vengono usualmente considerati inclusi in questo gruppo anche eventuali corpi estranei inclusi nei tessuti corporei a seguito di infortuni, introduzione accidentale, quali schegge o frammenti metallici inclusi (es. piercing etc.). Anche i lavoratori portatori di tali dispositivi medici portati sul corpo rientrano tra i soggetti potenzialmente particolarmente sensibili all'esposizione a CEM.
E' essenzialmente la componente metallica quella che può condizionare la comparsa degli **effetti indiretti**: se questi impianti o inclusi hanno componenti ferromagnetiche, infatti, possono subire torsioni e/o dislocazioni in presenza di campo magnetico statico con conseguenti possibili lesioni dei tessuti circostanti [3-5, 13]. L'ICNIRP ha indicato nelle sue linee guida sui

campi magnetici statici del 2009, per la prevenzione di tali rischi, lo stesso livello di sicurezza di 0,5 mT adottato per la protezione dei portatori di dispositivi medici impiantabili attivi [15], mentre nelle precedenti linee guida del 1994 venivano chiaramente distinte le due tipologie di effetti, e per i rischi connessi alle forze di attrazione e rotazione di impianti contenenti materiali ferromagnetici raccomandava di segnalare le aree caratterizzate da livelli di campo magnetico statico maggiori di 3 mT. Quest'ultimo valore è indicato nel D.lgs. 81/08 come VA per il rischio di attrazione e propulsivo nel campo periferico di sorgenti di campo magnetico statico ad alta intensità (> 100 mT).
Questo valore, che può essere considerato indicativamente valido anche per prevenire l'azione di tipo meccanico esercitata dal campo magnetico statico su impianti ferromagnetici non attivi o su inclusi ferromagnetici, è però inferiore al valore stabilito dalla Raccomandazione 1999/519/CE per la popolazione generale. Nel caso dei campi variabili nel tempo un fattore rilevante è anche la frequenza dato che, tra l'altro, la penetrazione nei tessuti è inversamente proporzionale a tale parametro. Nel caso di campi a bassa frequenza e a frequenze intermedie gli effetti più rilevanti sono sostanzialmente legati alla induzione di correnti, in relazione al fatto che la conduttività dei metalli è usualmente molto maggiore di quella dei tessuti biologici. Nel caso dei campi a radiofrequenza il meccanismo è la deposizione di energia con aumento della temperatura. In tutti i casi, la conseguenza è la possibilità di lesioni dei tessuti circostanti [3, 4, 13]. Sebbene ci siano ancora pochi dati su cui basare una valutazione dei rischi cui sono esposti i lavoratori con impianti passivi, la conformità alla Raccomandazione 1999/519/CE dovrebbe fornire un'adeguata protezione in relazione all'esposizione a campi variabili. Anche in questi casi, sulla base di una specifica valutazione preliminare sulla base delle caratteristiche del dispositivo e dell'esposizione, è possibile valutare la possibilità di esposizione a campi più intensi [3, 4].
Un'ultima categoria espressamente citata nel testo del Decreto è infine costituita dai *"dispositivi medici portati sul corpo"*, che possono essere anche in questo caso attivi o passivi, per i quali valgono considerazioni sostanzialmente analoghe a quelle già espresse per i dispositivi impiantati.

Effetti diretti

Passando ora ad una discussione sulle condizioni di maggior sensibilità agli **effetti diretti** dei CEM, in base alle conoscenze attuali sui meccanismi d'azione già introdotte nella parte precedente, possiamo attenderci che siano essenzialmente riconducibili a situazioni in grado di ridurre la soglia di stimolazione di strutture nervose e della funzione neurosensoriale nel caso di esposizioni a basse frequenze, o ridurre la soglia di tolleranza al

riscaldamento di organi e tessuti per le frequenze elevate (anche se, almeno per l'effetto termico va osservato che un rispetto rigoroso del valori limite dovrebbe essere sufficiente per prevenirlo) [15- 17].
In una discussione su queste condizioni, e sulle loro soglie, è necessario riconoscere che i dati della ricerca scientifica su cui basare una valutazione del rischio sono certamente carenti. In modo non casuale, ad esempio nella *"Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici"* [5] gli **effetti diretti** non vengono presi in considerazione.
La discussione che segue si basa essenzialmente su considerazioni che derivano da studi di letteratura piuttosto datati e con vari limiti metodologici, e dall'esperienza pratica, piuttosto che da valutazioni *"evidence-based"*.
Per quanto riguarda le basse frequenze, tra le condizioni che potrebbero potenzialmente comportare una maggiore suscettibilità alla stimolazione di strutture nervose e della funzione sensoriale da parte dei CEM, in questa sede abbiamo ritenuto di maggiore interesse considerare alcun possibili effetti a carico del sistema nervoso, tra i quali in particolare la **vertigine** (e, più in generale, la **sensazione di instabilità**), i **fosfeni** e l'epilessia, e a carico del sistema cardiovascolare.
La **vertigine** e **l'instabilità** possono essere indotte da esposizioni ai CEM generati quali dalle apparecchiature per la risonanza magnetica, anche se non solo [18-22]. La variabilità individuale per quanto riguarda la probabilità di insorgenza e l'intensità della sintomatologia rendono complessa una prevenzione efficace, specie considerando l'esistenza di alcune specifiche condizioni individuali che, potenzialmente, potrebbero rendere il lavoratore più suscettibile alla comparsa, con possibili problemi in termini anche di sicurezza. Sono infatti note una serie di patologie dell'orecchio o di natura sistemica che possono indurre, tra l'altro, una sintomatologia vertiginosa e/o comportare instabilità; gli stessi sintomi possono peraltro anche essere dovuti a trattamenti farmacologici o a alcune sostanze tossiche. Per quanto riguarda i **fosfeni**, possono originare da patologie oculari o, più in generale, del sistema nervoso centrale, oppure essere correlati all'assunzione di alcuni farmaci, suggerendo la necessità di una maggiore attenzione per lavoratori con tali patologie o sotto trattamento farmacologico in caso di esposizione a CEM, in particolare per i campi statici indotti dalla RM, o comunque da quelli a bassa frequenza [18-22].
Ancora per quanto riguarda il sistema nervoso, per esposizione a campi statici a bassa e alta frequenza, sono stati osservati effetti quali alterazioni EEG minori sia durante il sonno che la veglia [15-17, 20-22]. Infine, effetti sul sistema cardiovascolare sono possibili per elevate esposizione a campi magnetici a varie frequenze, ad es. aumenti (pur entro limiti fisiologici) della pressione arteriosa e della frequenza cardiaca [15-17, 20-22].

Su queste basi, in via del tutto precauzionale, è da ritenersi che soggetti affetti da patologie dell'orecchio o di natura sistemica, o che assumano trattamenti farmacologici o siano esposti a sostanze tossiche che possono indurre una sintomatologia vertiginosa e/o comportare instabilità, con un'anamnesi positiva per epilessia con crisi di piccolo o grande male nell'ultimo anno con un incompleto controllo farmacologico, ma anche soggetti con patologia cardiaca aritmica e/o su base ischemica, anche in questo caso non adeguatamente compensate e controllate a livello terapeutico, siano annoverabili nelle categorie di lavoratori con particolare sensibilità al rischio da esposizione a CEM [3].

Gravidanza

Anche *"...lo stato di gravidanza..."* rientra tra le condizioni esplicitamente citate dalla normativa che conferiscono aumentata suscettibilità al rischio da esposizione a CEM [1, 3-5]. Infatti, sebbene i dati di studi scientifici sugli effetti dell'esposizione occupazionale a CEM in corso di gravidanza siano piuttosto carenti [15-17, 20-22], sia la donna in gravidanza che il prodotto del concepimento sono ritenuti potenzialmente particolarmente vulnerabili nei confronti dei possibili effetti di numerosi fattori di rischio di natura fisica, chimica e biologica. In termini normativi, il principale testo di riferimento è il D.lgs. 26.03.2001 n. 151 e s.m.i. "Testo Unico delle disposizioni legislative in materia di tutela e sostegno della maternità e della paternità, a norma dell'art. 15 della legge 8 marzo 2000", che prevede da un lato il divieto di adibizione ad alcune lavorazioni ed esposizioni, mentre per alcuni fattori di rischio, tra i quali sono incluse le radiazioni non ionizzanti, è prevista una valutazione particolarmente approfondita che tenga conto dello stato di maggior sensibilità della gestante (allegato C del D.lgs. 151/01). In modo coerente anche il D.lgs. 81/08, all'art.183, riconosce la donna in gravidanza tra i gruppi da considerare particolarmente sensibili al rischio da esposizione professionale a campi elettromagnetici. Su queste basi il rispetto dei VLE previsti dal D.lgs. 81/08 può non essere sufficiente protettivo, e per la tutela particolare della donna in gravidanza sarebbe opportuno fare riferimento a limiti più bassi, quali quelli per la popolazione fissati dalla Raccomandazione Europea 1999/519/CE o, in alternativa, ai valori limite ICNIRP [12, 15-17, 20-22], che rappresentano attualmente il riferimento scientifico più aggiornato.

A questo proposito si osserva che, più in generale, i limiti di esposizione ai CEM previsti nella normativa, e gli stessi limiti proposti dall'ICNIRP, prevedono una specifica differenziazione tra le esposizioni occupazionali e quelle per la popolazione generale. Questa differenziazione, che è comune per i fattori di rischio, si basa tra l'altro (anche se non solo) sull'esistenza nella popolazione generale di individui maggiormente suscettibili, per i quali

la soglia di comparsa dei possibili effetti avversi per la salute o di altri effetti (quali ad es. quelli di tipo sensoriale nel caso dei CEM) può essere particolarmente bassa (ad es. effetti sul feto nel caso delle donne in gravidanza, ma anche altri. La prevenzione di questi effetti presuppone che i limiti di esposizione nella popolazione siano più bassi rispetto a quelli previsti per le esposizioni professionali dei lavoratori. La lavoratrice in stato gravidanza esposta per motivi professionali ai CEM viene inclusa tra i soggetti particolarmente sensibili ai rischi da esposizione a tale fattore sia per le particolari condizioni fisiologiche che per la presenza del feto/embrione e, per questa ragione, usualmente esclusa da attività che comportino esposizioni superiori a quella della popolazione generale [3,4].

LA SORVEGLIANZA SANITARIA DEI LAVORATORI NEI QUALI SONO STATE IDENTIFICATE CONDIZIONI DI PARTICOLARE SENSIBILITA' AI CEM: INDICAZIONI

Una precisazione opportuna preliminarmente è che, come peraltro anticipato nella Introduzione, il D.Lgs. 81/2008 [1] 2013/35/EU [2], prevede che le attività di sorveglianza sanitaria (SS) affidate al Medico Competente (MC) dal Datore di Lavoro (DL) per la protezione dei lavoratori dai rischi da CEM siano mirate agli effetti dei basati su meccanismi noti, che vengono anche definiti nell'art. 207, escludendo esplicitamente gli ipotizzati effetti a lungo termine in quanto l'esistenza di un rapporto di causalità, non è considerato dimostrato, come esplicitato nel testo della Direttiva da cui il Decreto deriva [2].

L'art. 211, al comma 1, specifica che, nei lavoratori esposti a CEM "*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"*.

In ambito di organizzazione della SS, la presenza di lavoratori con condizioni particolare sensibilità al rischio costituisce ovviamente un aspetto di grande importanza, specialmente perché, come esposto nei paragrafi precedenti, esiste un rischio di comparsa di effetti anche per esposizioni a livelli di CEM contenuti entro i valori limite introdotti dal Decreto 81/2008.

Inoltre, il comma 2 dell'art. 211 prevede l'obbligo di sottoporre i lavoratori esposti a CEM ad un *"controllo medico e, se necessario, una sorveglianza sanitaria appropriati"*, in due eventualità specifiche:

- nel caso in cui un lavoratore *"segnali effetti indesiderati o inattesi sulla salute, ivi compresi effetti sensoriali";*
- nel caso in cui sia stata rilevata *"un'esposizione superiore ai VLE*

per gli effetti sensoriali o per gli effetti sanitari".
Ovviamente, la presenza di lavoratori con condizioni di particolare sensibilità è di rilievo nelle valutazioni conseguenti a queste evenienze, come vedremo più avanti. Va anche detto che tale *"controllo medico"* è da considerarsi parte integrante della SS, e può essere omologato a una delle tipologie di visite previste all'art.41, su richiesta del lavoratore nel caso di effetti indesiderati, o periodica con periodicità modificata dal Medico competente sulla base della valutazione del rischio in caso di superamenti dei VLE; ed infatti all'art. 211 comma 2 si afferma che tale controllo è *«….in conformità all'art. 41……»*, e conseguentemente si dovrebbe concludere con un giudizio di idoneità alla mansione specifica.
Come per tutti gli altri rischi, la SS per il rischio da CEM va definita sulla base della Valutazione del Rischio e, similarmente ad altri rischi (es. da Radiazioni Ottiche), l'esito della valutazione, e quindi l'organizzazione della SS, dipende anche dalla presenza, nell'ambiente di lavoro, di soggetti con particolare sensibilità al rischio.
In sostanza, potrebbero verificarsi tre condizioni:
1) Ambienti di lavoro in cui vi è un'assenza di rischio da CEM, e, conseguentemente, non sono necessarie ulteriori misure specifiche
2) Ambienti di lavoro dove, per modalità operative e livelli di esposizione, non sono attesi in generale rischi per la salute dei lavoratori che non presentino condizioni di particolare sensibilità ma nei quali, in caso di presenza di lavoratori portatori di dispositivi medici impiantabili o indossabili (DMI) attivi, siano necessarie misure di prevenzione (quali una formazione e informazioni specifiche e, eventualmente, una SS per il rischio da CEM almeno in fase preventiva);
3) Ambienti di lavoro in cui vi sia un rischio "non trascurabile" da esposizione a CEM, e nei quali si renda pertanto necessaria l'attivazione della SS per i lavoratori esposti; in questi casi le modalità debbono essere definite tenendo in considerazione anche la presenza di eventuali soggetti con particolare sensibilità.
Le condizioni che possono comportare una particolare sensibilità al rischio in relazione agli effetti dei CEM sono sostanzialmente quelle discusse nella parte precedente e, per riassumere, sono essenzialmente rappresentate dalla presenza di lavoratori/lavoratrici con dispositivi medici impiantabili o indossabili (DMI), di lavoratrici in gravidanza, e/o di lavoratrici/lavoratori con patologie non adeguatamente controllate dal punto di vista clinico-terapeutico, di organi e tessuti elettricamente stimolabili.
Per le ragioni presentate e discusse in precedenza, in base alle conoscenze attuali per esposizioni occupazionali a livelli di CEM inferiori ai limiti raccomandati per la popolazione generale (Raccomandazione 1999/159/CE) [12] non sono generalmente attesi effetti per i lavoratori con patologie di

organi e tessuti elettricamente stimolabili e per le donne in stato di gravidanza, anche se non possono essere totalmente esclusi **effetti indiretti** da interferenza in soggetti portatori di DMI specie per quelli di tipo attivo, specie i pacemaker unipolari [6-9].

Va osservato che, data la diffusione dei CEM negli ambienti di vita che di lavoro e la relativa frequenza di lavoratori con condizioni di particolare sensibilità, possono essere non rare le situazioni lavorative in cui il medico competente, nell'ambito della collaborazione alla valutazione del rischio e nel rispetto della privacy dei lavoratori, si può trovare a dover segnalare l'esistenza di condizioni di particolare sensibilità, e richiedere quindi al Datore di Lavoro una valutazione del rischio che possa garantire un'adeguata protezione anche di questi lavoratori, anzi, sarebbe forse opportuno che, almeno preliminarmente, la valutazione tenga sempre conto di questa possibilità.

A questo proposito, utili indicazioni sono rintracciabili nella Guida Non Vincolante della Commissione Europea per l'applicazione della Direttiva 2013/35/EU [5], ed in particolare nella Tabella 3.2 sulle *"Prescrizioni per le valutazioni specifiche dei campi elettromagnetici relative ad attività lavorative, apparecchiature e luoghi di lavoro comuni di esposizione",* alla quale si rimanda, esulando dagli scopi di questo testo.

Un altro aspetto da considerare è che il D. Lgs. 81/2008, all'articolo 212 espressamente prevede la possibilità di deroghe del rispetto dei VLE, seppure solo in presenza di circostanze specifiche che devono essere autorizzate: per i lavoratori che dovessero essere coinvolti, un'accurata verifica dell'assenza di condizioni che comportino una maggiore suscettibilità è, ovviamente, un presupposto preliminare imprescindibile.

Importante è poi uno scrupoloso rispetto dell'art. 210-bis del D.Lgs. 81/2008, che prevede che *"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".

Una corretta e completa informazione e formazione sul rischio e sui possibili sintomi è fondamentale per tutti, ma lo diventa ancora di più nel caso di lavoratori con condizioni di particolare sensibilità al rischio e, tra questi,

specialmente le persone con DMI attivi per la possibilità di soglie inferiori e di effetti potenzialmente anche gravi , e quindi la necessità di attenersi rigorosamente alle limitazioni/prescrizioni previste, incluse anche alle eventuali raccomandazioni fornite dal fabbricante del dispositivo impiantato. In questo ambito va citato il caso di sorgenti lavorative nei cui manuali il produttore abbia previsto delle specifiche indicazioni per i portatori di DMI attivi, come ad esempio la raccomandazione di mantenere adeguate distanze di sicurezza come ad es. 15 cm, nel caso di telefoni senza fili e cellulari. La formazione e informazione sono importanti per diffondere la conoscenza di quali siano le condizioni che possono comportare una condizione di particolare sensibilità ai CEM, non solo per quanto riguarda i DMI interessati da possibili rischi da interferenza, ma per tutte, affinché in caso di presenza di tali condizioni la lavoratrice/il lavoratore possano tempestivamente comunicare la propria condizione al medico competente e, nel caso, essere sottoposto a Sorveglianza Sanitaria, o anche per richiedere un controllo medico nel caso di comparsa di sintomi transitori possibilmente legati alla esposizione ai CEM.

Infine, ovunque sia identificabile un rischio non trascurabile da esposizione a CEM conseguente a possibili superamenti dei livelli di esposizione previsti per la popolazione generale, in ambito di sorveglianza sanitaria, sarebbe opportuno che il medico competente valutasse in modo attivo in tutti i lavoratori, non solo in quelli particolarmente sensibili, la eventuale occorrenza di sintomatologie che possono essere riferite all'azione dei campi elettromagnetici, quali ad esempio quelle espressamente citate al comma 8 dell'articolo 210 *("... effetti sensoriali nel funzionamento del sistema nervoso centrale, nella testa, indotti da campi magnetici variabili nel tempo;...." e ".... effetti indotti da campi magnetici statici, quali vertigini e nausea ....").* A questo proposito, si segnala che sono in corso di definizione dei questionari basati sui dati della letteratura scientifica che potrebbero essere utilmente applicati.

Va peraltro detto anche che tali sintomatologie sono generalmente aspecifiche, e solo in alcune (verosimilmente rare) situazioni sono riconducibili all'azione dei CEM, potendo essere più frequentemente associate ad altre comuni cause. Tuttavia, in condizioni di un ragionevole sospetto, ad esempio da un miglioramento della sintomatologia in seguito all'interruzione dell'esposizione, potrebbero determinarsi anche in questi casi prescrizioni o limitazioni temporanee all'idoneità lavorativa. Peraltro, la comparsa di tali sintomi può essere considerata un valido motivo di richiesta di *"controllo medico"* da parte dei lavoratori. Gli stessi vanno inoltre cercati anche in caso di controllo in seguito ad esposizioni eccedenti i valori limite, e possono eventualmente rappresentare un campanello di allarme per la comparsa di condizioni di particolare sensibilità (es. sindromi vertiginose,

disordini del sistema nervoso o cardiovascolare).
Le modalità per una verifica nel caso di lavoratori con dispositivi medici sono state discusse nella parte precedente a cui si rimanda, come anche per quanto riguarda le possibili condizioni di maggior sensibilità agli effetti diretti citate in precedenza. In questi ultimi casi non esistono dimostrazioni che esposizioni contenute nei limiti previsti per la popolazione generale possano costituire un rischio significativo, e considerazioni analoghe sono estensibili anche alle lavoratrici in stato di gravidanza.

BIBLIOGRAFIA

[1] DECRETO LEGISLATIVO 9 APRILE 2008, n° 81. 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 della Repubblica Italiana 30 aprile 2008 n° 101 – Supplemento Ordinario n° 108.

[2] DIRECTIVE 2013/35/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 26 June 2013 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields) (20th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC) and repealing Directive 2004/40/EC. Official Journal of the European Union. L 179/1, 29/6/2013

[3] Associazione Italiana di Radioprotezione Medica (AIRM) - Società Italiana di Medicina del Lavoro (SIML). Linee di indirizzo per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a Radiazioni non ionizzanti. Nuova Editrice Berti, Piacenza, 2012.

[4] Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di Lavoro delle Regioni e delle province Autonome. Decreto Legislativo 81/2008, Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro. Indicazioni operative – revisione 01 del 18/03/2019.

[5] Commissione europea - Direzione generale per l'Occupazione, gli affari sociali e l'inclusione. Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici. Bruxelles, novembre 2014. ISBN 978-92-79-45961-0.

[6] Napp A, Stunder D, Maytin M, et al. Are patients with cardiac implants protected against electromagnetic interference in daily life and occupational environment? Eur Heart J. 2015 Jul 21;36(28):1798-804.

[7] Tiikkaja M, Alanko T, Lindholm H, et al. Experimental study on malfunction of pacemakers due to exposure to different external magnetic fields. J Interv Card Electrophysiol 2012; 34(1):19-27.

[8] Tiikkaja M, Alanko T, Lindholm H, et al. Interference of low frequency magnetic fields with implantable cardioverter-defibrillators. Scand Cardiovasc J 2012; 46(5):308-14.

[9] Tiikkaja M, Aro AL, Alanko T, et al. Electromagnetic interference with cardiac pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators from low-frequency electromagnetic fields in vivo. Europace 2013;15(3):388-94.

[10] REGOLAMENTO UE 2017/745 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 5 aprile 2017 relativo ai dispositivi medici, che modifica la direttiva 2001/83/CE, il regolamento (CE) n. 178/2002 e il regolamento (CE) n° 1223/2009 e che abroga le direttive 90/385/CEE e 93/42/CEE del Consiglio. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea del 5 maggio 2017, n° L 117/1.

[11] EN50527-1:2010. Procedure for the assessment of the exposure to electromagnetic fields of workers bearing active implantable medical devices. Part 1: General

[12] RACCOMANDAZIONE DEL CONSIGLIO del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz (1999/519/CE). Gazzetta ufficiale delle Comunità europee del 30.7.1999, n° L 199/59.

[13] Hocking B, Hansson Mild. Guidance Note: Risk Management of Workers With Medical Electronic Devices and Metallic Implants in Electromagnetic Fields. Int J Occ Saf Ergon 2008; 14(2):217–22.

[14] Napp A, Stunder D, Maytin M, et al. Are patients with cardiac implants protected against electromagnetic interference in daily life and occupational environment? Eur Heart J. 2015 Jul 21;36(28):1798-804.

[15] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Guidelines on Limits of Exposure to Static Magnetic Fields. Health Physics 96(4):504-514; 2009

[16] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Phys 1998; 74(4): 494-522.

[17] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

(ICNIRP). General approach to protection against nonionizing radiation. Health Physics 2002; 82(4): 540-548.

[18] Schaap K, Portengen L, Kromhout H. Exposure to MRI-related magnetic fields and vertigo in MRI workers. Occup Environ Med 2016; 73: 161–166.

[19] Zanotti G, Ligabue G, Korpinen L, et al. Subjective symptoms in Magnetic Resonance Imaging operators: prevalence, short-term evolution and possible related factors. Med Lav. 2016; 107(4): 263-270.

[20] World Health Organization. Environmental Health Criteria 232, Static fields. Geneva: World Health Organization, 2006.

[21] World Health Organization. Environmental Health Criteria 238, Extremely low frequency fields. Geneva: World Health Organization, 2007.

[22] Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR). Health Effects of Exposure to EMF. European Commission, 2015.



Il progetto dBA nasce a Modena nel 1985 da un'idea di Omar Nicolini.
In un mondo del lavoro che chiedeva tutele e rivendicava salute dBA'85 si propose come un'occasione di confronto, un punto di riferimento, di coagulo per le tante esperienze disponibili sul rischio rumore che rappresentavano anche le esperienze trainanti per gli altri rischi per la salute e la sicurezza e che certamente diede impulso a molte altre idee ed iniziative, come il Salone Ambiente Lavoro. Evidenziare la praticabilità della prevenzione primaria fu infatti uno dei principali obiettivi di dBA, sostenuto già nel 1985 dalla presenza di una rassegna espositiva delle principali ditte del settore. Per inciso, la denominazione dell'iniziativa, più che per l'evidente assonanza con i decibel ponderati (A), segnala la volontà di realizzare una mostra convegno "della Bonifica Acustica".
Le successive edizioni del Convegno si sono tenute assumendo connotazioni diverse in relazione alle più importanti novità legislative ed alla volontà di affrontare l'insieme dei rischi fisici (rumore, vibrazioni, microclima, campi elettromagnetici, radiazioni ottiche e radiazioni ionizzanti) in un unico contenitore.
Oggi dBA è un'iniziativa matura che porta a sintesi il progetto di un confronto multidisciplinare sui rischi fisici e approfondisce gli argomenti più attuali in incontri dedicati a temi specifici, sempre nell'ambito dei rischi fisici, con contributi tecnicoscientifici sulle novità normative e la loro interpretazione, sugli effetti biologici dei fattori di rischio, sui problemi della sorveglianza sanitaria, delle tecniche di valutazione, misurazione e previsione dei rischi, delle misure di bonifica e di protezione degli esposti, nonché degli aspetti connessi al controllo ed alla vigilanza.
Ancora oggi dBA mantiene vivo l'interesse sui temi della salute nei luoghi di lavoro e tale intende continuare a essere anche con la vostra attenzione.

PROPRIETÀ LETTERARIA RISERVATA

ISBN 978-88-944190-3-0



Stampato in Italia – Printed in Italy – Ottobre 2019

Stampato da Premiato Stabilimento Tipografico dei Comuni
Soc.Coop. - Santa Sofia (FC)

ISBN 978-88-944190-3-0

dBA 2019

Agenti fisici e salute nei luoghi di lavoro

In collaborazione con:

Ordine Interprovinciale
dei **Chimici** e dei **Fisici** dell'Emilia-Romagna

COORDINAMENTO
TECNICO
INTERREGIONALE
DELLA PREVENZIONE
NEI LUOGHI DI LAVORO

ORDINE
INGEGNERI
BOLOGNA