

INDICE

CAPITOLO 1 - DEFINIZIONI	1
MAGNETISMO	1
I fenomeni magnetici fondamentali	1
I magneti naturali e artificiali	1
Differenze fondamentali tra fenomeni magnetici ed elettrici	2
Influenze reciproche tra correnti elettriche e fenomeni magnetici	2
Origine del campo magnetico	2
Il campo magnetico	3
Il campo magnetico di un solenoide	3
Il campo magnetico in un filo rettilineo	3
Proprietà generali del campo magnetico	3
Forza esercitata da un campo magnetico su un filo percorso da corrente: il vettore di induzione magnetica B	4
Le proprietà magnetiche della materia	5
Il flusso di induzione magnetica ϕ (B)	5
Applicazioni pratiche delle forze dovute ai campi magnetici	6
Amperometri, galvanometri e voltmetri	6
Gli elettromagneti	6
ELETTROMAGNETISMO	7
Campi elettrici e magnetici lenamente variabili nel tempo	7
L'induzione elettromagnetica: le leggi di Faraday-Neumann e di Lenz	7
Proprietà generali del campo elettrico indotto	8
Autoinduzione e mutuainduzione	9
Le correnti alternate	10
L'alternatore	10
Il trasformatore	11
Campi elettrici e magnetici rapidamente variabili nell'unità di tempo	11
La corrente di spostamento e la legge di Maxwell	11
Onde elettromagnetiche e la loro propagazione	13
La produzione delle onde elettromagnetiche: il circuito oscillante	14
Le onde piane	14
Elementi di trasmissione di onde-radio nelle telecomunicazioni	16
I coni d'ombra	17

INTERAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI CON LA MATERIA VIVENTE	19
Valori limite di esposizione	19
Valori di azione	19
Meccanismi di interazione	19
Caratteristiche elettriche dei tessuti biologici	22
Propagazione e assorbimento dei campi EM nei tessuti	23
Effetti dell'assorbimento di energia elettromagnetica e risposta dell'organismo	25
Effetti termici	25
Effetti non termici	26
DOSIMETRIA DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI	27
Introduzione	27
Modelli matematici per l'accoppiamento	27
Soluzioni analitiche	29
Modello a blocchetti: metodo dei momenti	29
Il metodo FDTD	30
Principali risultati con modelli matematici	31
PATOLOGIA DA RADIOFREQUENZE E MICROONDE E SORVEGLIANZA SANITARIA	31
Introduzione	31
Interazione, effetto biologico, danno	31
Limiti della sperimentazione animale	32
Limiti delle indagini epidemiologiche	33
Limiti degli esperimenti sui volontari	34
La percezione dei campi elettromagnetici	34
Gli effetti termici	35
Lesioni oculari da sovrariscaldamento	35
Lesioni termiche di altri organi, sistemi e apparati	36
Gli effetti non-termici	36
La sorveglianza sanitaria	36
Criteri generali per l'impostazione di una sorveglianza sanitaria	37
Scelta del protocollo di esame nella visita preventiva e in quelle periodiche	37
DECRETO LEGGE N. 9 APRILE 2008 N. 81	37
Titolo I - principi comuni. Capo I - disposizioni generali. Art. 2. Definizioni	37
CAPITOLO 2 - CLASSIFICAZIONI	41
CARATTERISTICHE DEGLI APPARATI POTENZIALMENTE INQUINANTI E STRUTTURA DEI CAMPI NEGLI AMBIENTI INQUINATI	41
Macchine per il riscaldamento industriale	41
Riscaldatori a perdite dielettriche	41
Riscaldatori a induzione magnetica	43
Riscaldamento a microonde	44

Apparati per telecomunicazioni	45
Apparati a diffusione (trasmissione radio-televisiva)	46
Collegamenti direttivi	47
Sistemi radio mobili, telefonia cellulare	47
Radar e radioaiuti alla navigazione	48
Applicazioni biomedicali	50
Marconiterapia	50
Radarterapia	50
Terapia ipertermica	51
Strumentazione per la misura dei campi	51
Sensori per la zona di induzione	55
Sensori per la zona di radiazione	56
Strumenti di misura	57
Tecniche di risanamento e protezione, sulle macchine, negli ambienti e sull'uomo	59
Tecniche per la riduzione dei livelli di esposizione	59
Collegamenti di massa e a terra	62
Filtraggi e isolamenti elettrici	62
Posizionamento	62
Organizzazione delle misure e dei controlli negli ambienti potenzialmente inquinati	63
Organizzazione delle misure e dei controlli sul territorio	63
Misure e controlli negli ambienti potenzialmente inquinati	63
Raccomandazioni internazionali	71
Definizioni e unità di misura	71
Scopi delle misurazioni e criteri di base	71
Effetti diretti ed effetti indiretti	71
Campo e criteri di applicazione	71
Fattori di sicurezza	72
Limiti di esposizione	72
Media temporale	72
Limiti di esposizione per potenze di picco	73
Esposizioni contemporanee a diverse frequenze	73
Esposizioni parziali	73
Classificazione delle radiazioni non ionizzanti	73
CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO	73
Il principio di precauzione	73
Lo scenario sociale: la società del rischio	74
La scienza tra rischi ed incertezze	75
L'incertezza del sapere scientifico	75
Considerazioni preliminari riguardo l'atteggiamento del diritto di fronte alle applicazioni tecnico-scientifiche ed ai problemi connessi con il rischio	76
Il decisore politico, le caratteristiche dell'esperto e della consulenza esperta	76
Profili giuridici della precauzione: le origini del "principio di precauzione" nel diritto internazionale e comunitario	77
La dimensione internazionale del principio di precauzione	78
Sintesi e conclusioni	78

CAPITOLO 3 - QUADRO NORMATIVO **79**

INTRODUZIONE	79
QUADRO NORMATIVO: LEGISLAZIONE ITALIANA (D.LGS. 9 APRILE 2008, N. 81)	80
Modifiche al d.Lgs 9 aprile 2008, n. 81: d.Lgs 1° agosto 2016, n. 159	80
Aggiornamenti legislativi	80
<i>Capo I - Disposizioni generali</i>	80
<i>Capo II - Sistema istituzionale</i>	81
<i>Capo III - Gestione della prevenzione sui luoghi di lavoro</i>	82
<i>Capo IV - Disposizioni penali</i>	96
Titolo I - Principi comuni	80
Titolo VIII - Agenti fisici	97
<i>Capo I - Disposizioni generali</i>	97
<i>Capo IV - Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a campi elettromagnetici</i>	99

LEGISLAZIONE EUROPEA **103**

Direttiva 2004/40/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004	103
Premessa	103
Prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)	104
Sezione I - Disposizioni generali	105
Sezione II - Obblighi dei datori di lavoro	106
Sezione III - Disposizioni varie	108
Sezione IV - Disposizioni finali	108
Direttiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 giugno 2013 (abrogazione della direttiva 2004/40/CE)	109
Sezione I - Disposizioni generali	109
Sezione II - Obblighi dei datori di lavoro	111
Sezione III - Disposizioni varie	111
Sezione IV - Disposizioni finali	111

CAPITOLO 4 - LINEE GUIDA DI ISTITUZIONI SCIENTIFICHE **113**

INTRODUZIONE	113
Linee guida OMS	113
Sintesi degli effetti sanitari	115
Il progetto internazionale CEM	116
Tipici livelli di esposizione nelle abitazioni e nell'ambiente	119
Normative	123
Linee guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz)	126
Commissione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ICNIRP)	126
Basi per la limitazione delle esposizioni	128
Basi biologiche per la limitazione delle esposizioni (fino a 100 kHz)	130
Basi biologiche per la limitazione dell'esposizione (100 kHz - 300 GHz)	137
Effetti diretti dei campi elettromagnetici	137
Linee guida per la limitazione dell'esposizione	142
Linee guida ICNIRP 2009	148
Campo di applicazione e finalità	148
Sorgenti di esposizione	149

Rassegna dei dati scientifici	150
Studi in vivo e in vitro	151
Limiti di esposizione	154
Misure protettive	155
Linee guida ICNIRP 2020	156
Introduzione	156
Obiettivi e finalità	157
Principi per limitare l'esposizione alle radiofrequenze	157
Basi scientifiche per limitare l'esposizione alle radiofrequenze	159
Soglie per gli effetti sulla salute indotti da campi elettromagnetici a radiofrequenza	161
Linee guida per limitare l'esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza	167
SAR locale (da 100 kHz a 6 GHz)	168
SA locale (da 400 MHz a 6 GHz)	169
Densità di potenza assorbita locale (>6 GHz a 300 GHz)	169
Densità di energia assorbita locale (>6 GHz a 300 GHz)	170
Tabelle delle restrizioni di base	170
Decreto legislativo 81/2008 sulla prevenzione all'esposizione di radiazioni non ionizzanti nei luoghi di lavoro. Indicazioni operative	178
Linee guida ISPELS	178
Alla luce delle indicazioni del cap. IV titolo VIII e d.Lgs 81/2008 come deve essere strutturata e che cosa deve riportare la relazione tecnica?	189
Organizzazione mondiale della sanità. Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (IARC). Radiazioni non-ionizzanti: campi elettrici e magnetici statici e a frequenze estremamente basse (ELF)	193
Commissione Europea. Direzione generale per la salute e la protezione dei consumatori.	
Comitato scientifico sui rischi sanitari emergenti e di nuova identificazione	200
SCENIHR 2008	200
SCENIHR - 2009	208
SCENIHR - 2015	214
ACGIH - 2009	218
CAPITOLO 5 - ESEMPI DI ATTIVITÀ LAVORATIVE A RISCHIO	221
INTRODUZIONE	221
Principali attività lavorative a rischio	221
Campi elettrici e magnetici statici	221
Riscaldatori industriali a radiofrequenze ed a microonde	223
Saldatrici ad induzione	225
Tomografi a risonanza magnetica	226
Campi elettrici e magnetici ed elettrici elf negli ambienti ospedalieri	226
Apparati per le telecomunicazioni	228
Sistemi di trasmissione portatili a radiofrequenza	228
Il ruolo del medico competente nella prevenzione degli effetti avversi dei CEM nei lavoratori	229
Effetti avversi dei campi magnetici	229
Effetti dell'esposizione a livelli elevati (a breve termine)	229
Effetti avversi dell'esposizione a bassi livelli (a lungo termine)	230
Quadro normativo	231
Alcune considerazioni sul ruolo del R-SPP e del RLS	234
Testo unico (d.Lgs. 81/2008)	234

Rassegna sulle principali misure di riduzione dell'esposizione a campi elettromagnetici (0-300 GHz)	237
D.M. 9 Aprile 2008 n. 81 Titolo VIII "agenti fisici"	237
Norme di buona tecnica	237
Campo magnetico statico	241
Segnaletica sicurezza e schermature	241
Conclusioni	246
Rischi da campi elettromagnetici in ambiente lavorativo:	
legislazione e normativa di prevenzione	246
Direttiva 2004/40/CE	247
Valori limite di esposizione	247
Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (legge 22 febbraio 2001, n. 36)	248
Conclusioni	249
La valutazione del rischio	249
Art. 183. Lavoratori particolarmente sensibili	249
Art. 184. Informazione e formazione dei lavoratori	249
Quali sono le esposizioni di carattere professionale?	250
Umbrella standard (tetto standard)	250
Luoghi di lavoro "automaticamente conformi"	251
Complessità della valutazione dell'esposizione occupazionale	254
Tipologia di strumenti di misura	255
Misure di corrente indotta	255
Il progetto CAMELET ed il suo obiettivo	256
Rapporto ISPESL sulle apparecchiature diagnostiche a risonanza magnetica total body di tipo fisso installate in italia (Censimento al 31 dicembre 2009) (Aggiornamento al 31 dicembre 2015)	260
Introduzione	260
Il programma di archiviazione elettronica	261
Il censimento delle apparecchiature RM	262
Standard di sicurezza in risonanza magnetica: il regolamento di sicurezza	264
Aree di rischio del sito RM	264
Norme generali inerenti le aree di rischio del sito RM	265
Idoneità allo svolgimento dell'attività lavorativa	266
Norme generali di sicurezza	266
Controindicazioni all'esame RM	267
Norme generali di sicurezza per i lavoratori	268
Norme generali ed inerenti alla sorveglianza medica (elenco indicativo)	268
Norme operative per i lavoratori (elenco indicativo)	268
Norme di sicurezza per il personale addetto alle pulizie	269
Norme di sicurezza per il personale addetto alle manutenzioni	269
Norme di sicurezza in condizioni di emergenza	270
Presenza accidentale di oggetti in materiale ferromagnetico nella struttura del magnete	272
Agenzia svedese per la sicurezza delle radiazioni (SSM)	273
Ricerca recente su campi elettrodomestici e rischi per la salute	273
Conclusioni sui campi a radiofrequenza, basate sulle ricerche attualmente disponibili	274
Cancro e telefoni mobili	274
Il cancro e le antenne trasmettenti	275
Ipersensibilità ai campi elettromagnetici	275