

amb tu
+
prevenció



Cuaderno preventivo:
**Radiaciones no
ionizantes**

Secretaria de Medi Ambient i Salut Laboral
de la Unió General de Treballadors de Catalunya
www.ugt.cat





amb tu
+
prevenció

Cuaderno preventivo:
**Radiaciones no
ionizantes**

Secretaria de Medi Ambient i Salut Laboral
de la Unió General de Treballadors de Catalunya
www.ugt.cat



*Edita: **Secretaria de Medi Ambient i Salut Laboral** de la UGT de Catalunya*

*Diseño: **Gabinet de Comunicació** de la UGT de Catalunya*

Corrección de textos: Anna Lliuró

Índice

I.	Introducción.....	7
II.	Radiaciones no ionizantes y efectos sobre la salud de los trabajadores.....	9
III.	Control de las condiciones de trabajo.....	24
IV.	Trabajadores especialmente sensibles.....	34
V.	El futuro de las radiaciones no ionizantes.....	34
VI.	Vigilancia de la salud.....	37
VII.	Actuación del delegado de prevención.....	38
VIII.	Vocabulario.....	40
IX.	Bibliografía, normativa y páginas web de referencia.....	42
X.	Direcciones de interés.....	48



I. Introducción

Hoy en día, todos estamos expuestos a campos electromagnéticos en mayor o menor grado. Es posible que la presencia de radiación en el puesto de trabajo no resulte tan evidente como lo podría ser la presencia de un producto químico o la presencia del ruido, los cuales pueden ser percibidos, normalmente, de manera sensorial.

Conforme se han ido desarrollando las sociedades, debido al aumento del uso de determinadas tecnologías, se ha producido una creciente exposición a campos electromagnéticos, particularmente en la industria, transporte, transmisión de electricidad, investigación y medicina.

La radiación es una forma de transmisión de la energía, en muchos casos imperceptible sensorialmente, y se considera un contaminante físico. Al interactuar con la materia, puede generar cambios en la misma, produciendo, por ejemplo, un aumento de la temperatura. Cuando la materia es el cuerpo humano, estas alteraciones pueden llegar a ocasionar diferentes efectos para la salud, el tipo y gravedad de los cuales depende entre otros parámetros de:

- el tipo de radiación
- la “cantidad” de radiación recibida

Por lo tanto, es importante identificar los procedimientos o procesos que pueden suponer una fuente de radiaciones.

Según la **VI Encuesta de condiciones laborales** del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (INSHT), el 7,9% de los trabajadores se considera expuesto a algún tipo de radiación. Las frecuencias más altas se dan en los sectores de la industria (13,9%), construcción (7,8%) y servicios (6,7%), y la más baja, en el sector agrario (3,3%).

Dentro de los distintos tipos de radiaciones electromagnéticas presentes en

los puestos de trabajo, señaladas con mayor frecuencia por los trabajadores, están las radiaciones ultravioletas -excluida la luz solar- (3,7% de los trabajadores), las microondas (2,1%) y las radiofrecuencias (2,0%). Para el resto de radiaciones, la luz infrarroja, el porcentaje no alcanza el 2% de los trabajadores.

DATOS EN %	AGRARIO	INDUSTRIAL	CONSTRUCCIÓN	SERVICIOS	TOTAL
Luz ultravioleta (soldadura eléctrica al arco, lámparas germicidas, UVA...) excluida la luz solar	2,7	9,6	5,9	1,9	3,7
Luz infrarroja	0,0	2,1	1,0	1,0	1,1
Microondas (hornos de secado, antenas de telefonía móvil...)	0,3	2,0	0,7	2,5	2,1
Radiofrecuencias (soldadura por radiofrecuencias, calentamiento de baños...)	0,3	4,2	3,1	1,3	2,0
Láser	0,1	1,6	0,8	0,8	0,9

Base: Total de trabajadores.

Fuente: VI Encuesta de condiciones laborales (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales).

Los trabajadores del sector de la industria son los que más señalan la presencia de la mayoría de los tipos de radiaciones, fundamentalmente radiaciones ultravioletas (posiblemente por la utilización de equipos de soldadura de metales al arco eléctrico).

Desde la Secretaria de Medi Ambient i Salut Laboral de la UGT de Catalunya queremos ofrecer a los trabajadores y delegados de prevención una herramienta que les facilite la detección de radiaciones no ionizantes en su lugar de trabajo, así como la información necesaria para evitar daños en su salud. En este cuaderno encontrarás información sobre las fuentes de radiaciones no ionizantes, los riesgos que pueden ocasionar a la salud de los trabajadores y la forma de evitarlos.

II. Radiaciones no ionizantes y efectos sobre la salud de los trabajadores

Las radiaciones son una forma de propagación de la energía que tiene el origen en los cambios del nivel energético de átomos o de moléculas. Se pueden originar en fuentes naturales o artificiales. Todos los cuerpos emiten y absorben radiaciones, es decir, las radiaciones interactúan con la materia.

Las radiaciones son de naturaleza ondulatoria. Se caracterizan por su frecuencia, el número de ciclos por segundo (en Hz), y la energía o la intensidad, en electrovoltios (eV). La energía está relacionada con la frecuencia, de manera que cuanto más frecuencia de una onda electromagnética, mayor es su energía. De esta manera, se dibuja el espectro electromagnético, que va desde ondas de frecuencia extremadamente baja hasta los rayos X y gamma, pasando por las radiaciones ópticas.

En este cuaderno nos centraremos en las radiaciones no ionizantes, es decir, aquellas radiaciones que no tienen bastante energía para ionizar la materia, y que están comprendidas en la porción del espectro electromagnético que va de 0 Hz hasta 1.660 THz.

Dentro del grupo de las radiaciones no ionizantes, podemos distinguir dos subgrupos:

- **Los campos electromagnéticos de 0 Hz hasta 300 GHz.**
- **Las radiaciones ópticas de 300 GHz a 1.660 THz.**

En la siguiente tabla se muestra el espectro electromagnético de radiaciones no ionizantes, dividido por bandas de frecuencia.

ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO DIVIDIDO EN BANDAS DE FRECUENCIAS

REGION		FRECUENCIA
campos electromagnéticos	Radiaciones ELF (extremadamente baja)	0 Hz a 30 KHz
	Radiofrecuencias	30 KHz a 300 MHz
	Microondas	300 MHz a 300 GHz
Radiaciones ópticas	Infrarojos	300 GHz a 400 THz
	Visibles	400 THz a 750 THz
	Ultravioletas	750 THz a 1.660 THz

Las ondas electromagnéticas pueden producir efectos biológicos que a veces resultan perjudiciales para la salud.

Un **efecto biológico** se produce cuando la exposición a las ondas electromagnéticas provoca algún cambio fisiológico perceptible.

Un **efecto perjudicial para la salud** tiene lugar cuando el efecto biológico sobrepasa la capacidad normal de compensación del organismo y origina así algún proceso patológico.

La interacción de los campos electromagnéticos de 0 Hz hasta 300 GHz con el organismo ocasiona efectos diferentes según la frecuencia. No obstante, estas radiaciones tienen en común, entre otros efectos, que inducen corrientes eléctricas a nuestro cuerpo, y que producen calentamiento de la materia, el cual es más evidente cuanto más energía y más frecuencia tiene la radiación. La magnitud de estos efectos y la posible aparición de enfermedades más graves o ciertos tipos de cánceres en la población expuesta (no demostrado científicamente) es objeto de estudios continuos y, por lo tanto, hay que mantener una actitud prudente.

Algunos efectos biológicos de las **radiaciones ópticas** pueden ser inocuos, como por ejemplo la reacción orgánica de incremento del riego sanguíneo

cutáneo en respuesta a un ligero calentamiento producido por el Sol, y otros, provechosos e incluso beneficiosos, como la función solar en la producción de la vitamina D por el organismo. Sin embargo, otros efectos biológicos resultan perjudiciales para la salud como son las quemaduras solares o el cáncer de piel.

Dada la diversidad de las radiaciones y sus efectos, realizaremos una breve revisión de cada una.

1. CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS (0 Hz - 300 GHz)

1.1. Campos magnéticos estáticos, campos eléctricos estáticos y radiaciones ELF (campos de frecuencia muy baja) (0 Hz-30 kHz)

Como **campo magnético estático** de origen natural, cabría indicar el campo magnético terrestre.

Los campos artificiales superan en intensidad a los de origen natural en muchos órdenes de magnitud. Entre las fuentes artificiales de campos magnéticos estáticos se encuentran todos los dispositivos que contienen hilos conductores de corriente continua, entre ellos numerosos aparatos y equipos industriales. Como por ejemplo, producción de aluminio, procesos electrolíticos, fabricación de imanes, resonancia magnética nuclear de imagen, en instalaciones de investigación (espectrómetros superconductores, aceleradores de partículas), industria energética (reactores de fusión termonuclear, sistemas magnetohidrodinámicos, sistemas de almacenamiento de energía con imanes superconductores, generadores y líneas de transmisión superconductoras).

Teóricamente, **los efectos** magnéticos podrían reducir la velocidad de la sangre que circula en un campo magnético intenso y producir un aumento de la presión arterial. Los resultados de algunos estudios con trabajadores que intervienen en la fabricación de imanes permanentes indicaron diversos síntomas subjetivos y alteraciones funcionales: irritabilidad, fatiga, dolor

de cabeza, pérdida del apetito, bradicardia (frecuencia cardiaca lenta), taquicardia (frecuencia cardiaca rápida), disminución de la presión arterial, alteración del electroencefalograma, picores, quemazón y entumecimiento. Aunque los estudios no son concluyentes sugieren que, si en realidad se producen efectos a largo plazo, éstos son muy ligeros; no se han notificado efectos acumulativos intensos. Se ha informado de que individuos expuestos a una densidad de flujo magnético de 4 T han experimentado efectos sensoriales asociados con el movimiento dentro del campo tales como vértigo, náuseas, sabor metálico y sensaciones magnéticas al mover los ojos o la cabeza. No obstante, dos estudios epidemiológicos de datos sobre la salud general de trabajadores crónicamente expuestos a campos magnéticos estáticos no revelaron ningún efecto significativo para la salud. Según lo expuesto, **es necesario seguir investigando** los efectos que puede suponer una exposición a campos magnéticos estáticos. Existe un **proyecto de la Organización Mundial de la Salud**, del que hablaremos más adelante, que investiga sobre los efectos de los campos electromagnéticos (CEM).

Los **campos eléctricos estáticos** son producidos por cuerpos cargados eléctricamente cuando se induce una carga eléctrica en la superficie de un objeto dentro de un campo eléctrico estático.

Normalmente, estos campos se generan alrededor de equipos de alta tensión, como televisores y pantallas de visualización de datos (PVD), o por rozamiento. Las líneas de transmisión de corriente continua (CC) generan campos estáticos eléctricos y magnéticos. Los campos electrostáticos son muy utilizados en industrias como las de productos químicos, textiles, aviación, papel y caucho, así como en el transporte.

Los estudios experimentales aportan pocas pruebas biológicas de un posible efecto adverso de los campos electrostáticos para la salud humana. Tampoco los escasos estudios realizados con animales parecen haber aportado datos que confirmen efectos perjudiciales genéticos, de crecimiento de tumores o sobre los sistemas endocrino o cardiovascular.

Los campos de ELF (extremadamente baja frecuencia) se consideran comprendidos en el intervalo de frecuencia de 0 a 300 Hz y los VLF (muy baja frecuencia) en el intervalo de 300 Hz a 30 kHz.

Dentro del grupo de frecuencias extremadamente bajas, predominan los campos eléctricos originados tanto por la red de distribución de la electricidad como por los equipos que funcionan conectados a dicha red. Originariamente, las pantallas de los ordenadores contribuían a la generación de campos electromagnéticos, en la actualidad son de baja emisión, de acuerdo con la normativa de compatibilidad de campos electromagnéticos.

Son **campos de frecuencia muy bajos**, entre otros, los aparatos de diagnóstico por resonancia magnética nuclear, las líneas eléctricas, las estaciones transformadoras. La exposición laboral a campos magnéticos se produce principalmente por trabajar cerca de equipos industriales que utilizan corrientes elevadas. Entre tales dispositivos se incluyen los que se emplean en soldadura, afino con electroescoria, calentamiento (hornos, calentadores de inducción).

Entre los **posibles daños a la salud** -acerca de los cuales se tiene un conocimiento limitado- están posibles cambios en los niveles nocturnos de melatonina (una hormona de potente acción antioxidante encontrada en todos los organismos vivientes, en concentraciones que varían de acuerdo al ciclo diurno/nocturno) y alteraciones de los ritmos circadianos (ciclo diurno/nocturno) en animales por exposición a campos eléctricos o magnéticos de ELF, y posibles efectos sobre los procesos de desarrollo y carcinogénesis. Existe además alguna evidencia de respuestas biológicas a campos eléctricos y magnéticos muy débiles, entre ellas la alteración de la movilidad de los iones de calcio en el tejido cerebral, los cambios en los patrones de activación neuronal y la alteración del comportamiento. **Estos efectos no están bien comprobados y no sirven de base para establecer restricciones a la exposición humana, aun cuando se están realizando nuevas investigaciones.**

Por otro lado, los campos eléctricos o magnéticos **pueden interferir en dispositivos médicos implantados** (por ejemplo, marcapasos) y causar mal funcionamiento del dispositivo.

Un ejemplo reciente de cómo pueden afectar a la salud los campos electromagnéticos es el caso de la lipoatrofia semicircular. Lesión sin causa conocida relacionada con diferentes factores vinculados a edificios modernos. Se manifiesta en trabajos con computadoras, en oficinas nuevas o que incluyen nuevas tecnologías, que generan campos electromagnéticos que producen descargas electrostáticas, con una carencia de humedad notable. Se considera una alteración benigna del tejido adiposo que consiste en una reducción muy localizada de la grasa. Se manifiesta en forma de hendiduras alargadas en la parte anterior de las piernas.

En el 2007, debido a la gran cantidad de casos detectados y a la alarma social ocasionada, la Generalitat de Catalunya elaboró un protocolo de actuación en casos de lipoatrofia semicircular (Departament de Treball, Departament de Salut y Agència de Salut Pública), en el que se establecen los pasos a seguir en caso de detectarse algún trabajador afectado (mediciones de temperatura, humedad, campos electromagnéticos y cargas electrostáticas; medidas preventivas a llevar a cabo, vigilancia de la salud).

1.2. Radiofrecuencias RF (30 kHz-300 MHz) y microondas MO (300 MHz-300 GHz)

Son las frecuencias más utilizadas tanto en transmisión radiofónica como de televisión, así como en radares.

Su uso en la industria es amplio (hornos de inducción, procesos industriales de secado de pintura, fusión y reblandecimiento de plásticos, soldadura de metales autógena o con metal de aportación, ensamblado de metales entre sí o con cuerpos no metálicos, calentamiento de metales para

conformado, secado de metales pintados, calefacción de crisoles, fundición de vidrio).

Se utiliza también este tipo de radiaciones en salas de fisioterapia y rehabilitación, calentamiento profundo (diatermia).

Los efectos producidos en los seres vivos que se exponen a campos electromagnéticos de RF-MO son diversos y se clasifican, según su origen, en efectos térmicos y efectos no térmicos.

Los principales **efectos térmicos** son: hipertermia, estrés térmico, quemaduras, cataratas y esterilidad.

La absorción de la energía electromagnética por los tejidos y su inmediata conversión en calor produce incrementos de temperatura en el interior del cuerpo. A diferencia de una exposición a radiaciones solares o a infrarrojos en que el calor se genera en la superficie, en una exposición a RF-MO, debido a su poder penetrante, **el calor se genera en los tejidos profundos**. Si estos incrementos de temperatura no pueden ser compensados por los mecanismos de termorregulación corporales, como son la vascularización interna y la evaporación del sudor, se produce la hipertermia y el estrés térmico.

La aportación de energía térmica a las diferentes partes del organismo **puede provocar daños**, fundamentalmente en los **órganos con menor irrigación sanguínea**, dado que tienen una menor capacidad para disipar el calor. Por este motivo los testículos, especialmente sensibles, pueden verse afectados en la producción de esperma.

También son especialmente sensibles a los efectos térmicos las partes transparentes de los ojos que por su bajo riego sanguíneo disipan muy mal el calor. Un incremento de temperatura en estas partes puede producir la aparición de cataratas.

Ciertos trastornos se observan sin que medie un incremento significativo de temperatura y por ello se les atribuye un **origen no térmico**. En estos casos, no siempre queda establecida una correlación entre el efecto y la dosis de radiación recibida y, en general, se admite que los **conocimientos en este terreno deben ser ampliados en un futuro inmediato**.

Algunos de estos efectos son: alteraciones celulares, cromosómicas y genéticas, alteraciones del ritmo cardíaco y de la tensión arterial, alteraciones del encefalograma, efectos endocrinos y neuroendocrinos, efectos en la sangre, efectos sobre la audición, efectos sobre la reproducción y el desarrollo, aumento del flujo de calcio, cambios de comportamiento en los individuos.

Algunos investigadores científicos indican una posible correlación entre la exposición a las radiofrecuencias y microondas con la existencia de una afectación del sistema nervioso, conocida como síndrome neurasténico (cefaleas, anorexia, cansancio, confusión, tiritonas, escalofríos, insomnio...).

La relación entre los campos electromagnéticos y la aparición de efectos directos, como el cáncer, ha sido, y sigue siendo, materia de estudio.

En junio del 2001, un grupo de trabajo de expertos científicos de la **IARC (agencia de la Organización Mundial de la Salud –OMS- especializada en la investigación del cáncer)** revisaron estudios relacionados con la carcinogenicidad de los campos eléctricos y magnéticos estáticos y de ELF. Usando la clasificación estándar de la IARC, que pesa las evidencias de estudios en seres humanos, en animales y de laboratorio, los campos magnéticos ELF fueron clasificados como posiblemente carcinogénos en los seres humanos, basados en estudios epidemiológicos de leucemia en niños. La evidencia para el resto de los cánceres en niños y adultos, así como otros tipos de exposiciones (es decir, los campos estáticos y los campos eléctricos ELF) fueron consideradas no clasificables debido a la insuficiente o inconsistente información científica.

Se dan, además, **efectos indirectos**, aquellos que resultan de:

- **Corrientes de contacto**, cuando el cuerpo humano entra en contacto físico con un objeto situado a un potencial eléctrico diferente al del cuerpo.
- Efectos sobre los **dispositivos médicos** que pueda tener una persona (marcapasos, desfibriladores, audífonos, aparatos de electromedicina).

La presencia de campos magnéticos y de ondas electromagnéticas de ELF (y frecuencias superiores) puede afectar al funcionamiento de los marcapasos, tanto por la inducción de fuerzas sobre componentes magnetizables de los marcapasos, como por la interferencia que las ondas electromagnéticas puedan ejercer sobre el funcionamiento eléctrico del aparato.

2. RADIACIONES ÓPTICAS (300 GHz-1660 THz)

2.1. Visible

El Sol es la fuente natural de radiación electromagnética más importante. Su rango de frecuencia abarca desde parte del IR hasta parte del UV, cubriendo toda la franja de lo visible (del rojo al violeta). Son **fuentes de radiación óptica visible**: el Sol, las lámparas incandescentes, los tubos de neón y los fluorescentes.

El estar expuesto a la radiación visible **puede producir** pérdida de agudeza visual, fatiga ocular, deslumbramiento debido a contrastes muy acusados en el campo visual o a brillos excesivos de fuente luminosa.

2.2. Ultravioleta (UV)

Se distinguen tres tipos de radiaciones ultravioletas:

- **Rayos ultravioleta A - UVA** - Se denomina luz negra y produce fluorescencia de numerosas sustancias. Son los menos peligrosos para la salud.

- **Rayos ultravioleta B - UVB** - La mayor parte de los UV están incluidos en esta gama. Es un tipo de radiación dañina, especialmente para el ADN. Provoca melanoma y otros tipos de cáncer de piel.

- **Rayos ultravioleta C - UVC** - Son los más peligrosos para la salud. Parte de la radiación UV-C es radiación ionizante.

La exposición laboral a radiación ultravioleta es muy amplia, tanto en trabajos a la intemperie (luz solar) como en procesos industriales en los que se utilizan lámparas germicidas (UV-C), luces de simulación solar (UV-A y UV-B), fototerapia, arcos de soldadura (UV-A) y corte, curado fotoquímico de tintas, pinturas y plásticos, luces de contraste (luz negra, UV-A) autenticación de billetes y documentos, inspección de calidad en materiales, fotocopiadoras (UV-A y UV-B), etc.

La radiación ultravioleta es capaz de disociar la molécula de oxígeno (O₂) y formarse ozono (O₃). El ozono puede ocasionar irritación de los ojos y sistema respiratorio, pérdida de funciones nerviosas.

Las radiaciones ultravioletas pueden ocasionar **efectos biológicos dañinos** en los trabajadores expuestos. Dichos daños se localizan en la piel y los ojos.

Piel: A corto plazo puede producir eritemas por exposiciones a dosis muy elevadas (lesión caracterizada por enrojecimiento de la piel, limitado o extenso, permanente o pasajero, debido a fenómenos vasculares, produciendo así vasodilatación), **daños en la piel fotosensibilizada**. La fotosensibilización es una reacción cutánea, resultado de la radiación solar con sustancias fotosensibilizantes. Esas sustancias fotosensibilizantes, que suelen ser medicamentos, se vuelven nocivas cuando se activan por los rayos UVA. Es necesario leer el prospecto de los medicamentos antes

de exponerse al Sol. A continuación, se enumeran algunos de los medicamentos responsables de las reacciones de fotosensibilización:

Medicamentos que producen fotosensibilización
Anestésicos locales
Antiacnéicos (retinoides y peróxido de benzoílo)
Antiarrítmicos
Anticonceptivos hormonales orales
Antidepresivos tricíclicos
Antiepilépticos
Antihistamínicos H-1
Antiinflamatorios no esteroides
Antidiabéticos orales
Diuréticos

A largo plazo, produce envejecimiento prematuro y aumenta el riesgo de cáncer de piel.

Ojos: Fotoqueratitis (quemadura en la córnea, es resultado de una exposición intensa a los rayos UVB) que puede provocar la pérdida temporal de la visión, desprendimiento de retina, conjuntivitis (puede acompañarse de fotofobia y lagrimeo) y, a largo plazo, **cataratas**.

La radiación UV-A puede alterar la estructura de las fibras de colágeno y elastina, produciendo envejecimiento de la piel, la radiación UV-B produce eritema y cáncer de piel.

Los efectos negativos de la radiación UV dependen de la cantidad de radiación recibida y también de la sensibilidad del individuo (existen cuatro tipos de piel dependiendo de la capacidad de bronceado).

2.3. Infrarrojos (IR)

El ser humano emite radiaciones electromagnéticas dentro de esta banda, al disipar calor por radiación. Los sistemas de visualización nocturna se



basan en equipos que hacen posible visualizar esta radiación que se encuentra fuera del espectro visible. Además, la radiación infrarroja también se manifiesta en la utilización de luces de calentamiento superficial, así como en los materiales que se encuentran a alta temperatura **(fundiciones)**.

Aplicada en la industria alimenticia para medir la humedad, el aceite, la grasa, los hidratos de carbono, las proteínas, los azúcares y la cafeína de los alimentos.

Los **efectos biológicos** que puede ocasionar son:

- Daño térmico a la retina y al cristalino.
- Quemaduras en piel y córnea.
- Daños en la piel fotosensibilizada (p.e. tras la ingestión de ciertas moléculas fotosensibilizantes en la comida o medicinas).

2.4. Radiación láser

Ligth Amplification by Stimulated Emission of Radiation (amplificación de la luz por emisión estimulada de radiación).

Es un caso específico de la radiación óptica, se trata de sistemas que emiten radiación electromagnética en una estrecha banda de longitud de onda (monocromatismo), correspondiente a las radiaciones ópticas (ultravioleta, visible e infrarrojo). Las ondas que forman la radiación láser están en fase y viajan en una determinada dirección (dirección del haz), con muy poco de ángulo de divergencia. Estas características de los láser hacen posible concentrar una gran densidad de energía en las superficies deseadas.

Su utilización es extensa, como ejemplo, lectores de códigos de barras, cirugía, terapia, industria metalúrgica, aplicaciones militares.

Los rayos láser se clasifican según el riesgo biológico en 4 clases, según la norma UNE-EN 60825-1/A11. Los de clase 1 son inofensivos y se utilizan como punteros láser o escáner en los supermercados. Por otra parte, los de clase 4 poseen muy alta potencia, son muy peligrosos y su uso requiere personal especializado.

Clase 1	Seguros en condiciones razonables de utilización.
Clase 1M	Como la Clase 1, pero no seguros cuando se miran a través de instrumentos ópticos como lupas o binoculares.
Clase 2	Láser visibles. Los reflejos de aversión protegen el ojo aunque se utilicen con instrumentos ópticos.
Clase 2M	Como la Clase 2, pero no seguros cuando se utilizan instrumentos ópticos.
Clase 3R	Láser cuya visión directa es potencialmente peligrosa, pero el riesgo es menor y necesitan menos requisitos de fabricación y medidas de control que la clase 3B.
Clase 3B	La visión directa del haz es siempre peligrosa, mientras que la reflexión difusa es normalmente segura.
Clase 4	La exposición directa de ojos y piel siempre es peligrosa y la reflexión difusa normalmente también. Pueden originar incendios.

Fuente: NTP 654: Láseres: nueva clasificación del riesgo.

Todos los equipos láser **tienen que estar correctamente identificados** con la correspondiente **etiqueta donde se identifique la clase** que le corresponde y las precauciones a adoptar para su uso.

Las lesiones producidas por el láser proceden bien de su efecto térmico, bien de su efecto termoquímico. El grado de contribución de cada mecanismo a una lesión dada depende del tipo de láser y de las características de cada tejido:

- Daños oculares en visión directa del láser con ayuda de instrumentos ópticos (láser 2M), en visión directa (láser 3R) e incluso por reflexiones difusas peligrosas (4).
- Lesiones cutáneas e incluso peligro de incendios (láser 4).



III. Control de las condiciones de trabajo

Dependiendo del tipo de radiación ante la que nos encontremos, el medio y los individuos expuestos, las estrategias podrán ser muy distintas:

Actuar en la fuente:

- Diseño de la instalación.
- Encerramiento, pantallas.
- Control preventivo.

Actuar en el medio: Aislamiento (pantallas, mamparas, etc.).

Actuar en el individuo:

- Disminuir el tiempo de exposición.
- Información, señalización.
- Protección personal.
- Vigilancia médica.

Así pues, hay que **conocer las características del puesto de trabajo** (tareas, ciclos, tiempos de exposición, número de trabajadores, etc.), **identificar las fuentes de emisión** (máquinas, equipos, herramientas, etc.). Esta información es necesaria para estimar las intensidades de campo esperadas, para seleccionar la instrumentación de medida más adecuada y poder llevar a cabo las medidas preventivas necesarias.

1. Medidas de control en exposiciones a campos electromagnéticos (CEM)

Los **criterios de evaluación** para la exposición a campos electromagnéticos suelen basarse mayoritariamente en la aplicación de los niveles recomendados por ICNIRP para exposiciones laborales y de público en general.

En julio de 1999, **el Consejo de La Unión Europea (CUE) publicó la recomendación 1999/519/EC**. En dicha recomendación se establecen los niveles de CEM recomendados, que se refieren a exposiciones para el público en general, excluyendo taxativamente las exposiciones en el medio laboral, coinciden con los publicados por ICNIRP en 1998 para exposiciones **no ocupacionales**. Para calcular los niveles recomendados por ICNIRP **para exposiciones ocupacionales, basta con multiplicar por 5 los valores del público en general. España asumió en el 2001 las recomendaciones** del Consejo de la Unión Europea mediante el **RD 1066/2001**.

Los niveles de referencia y las restricciones básicas de ICNIRP-CUE proporcionan, con un elevado margen de seguridad, protección contra efectos inmediatos potencialmente nocivos derivados de la excitación celular/tisular causada por corrientes inducidas, o de la interrupción del metabolismo fisiológico por causas térmicas.

Sin embargo, es cierto que la actual base experimental y epidemiológica sobre los posibles efectos nocivos de las RNI todavía es limitada, y algunos **consideran que existen indicios que aconsejarían prestar atención a posibles efectos de exposiciones crónicas a intensidades próximas o inferiores a los límites de seguridad**.

Con el fin de confrontar los criterios de referencia con la realidad del puesto de trabajo, hay que hacer **medidas** adecuadas con el fin de conocer la **intensidad del campo eléctrico (E)**, la **intensidad de campo magnético (H)** y la **densidad de potencia (S)**.

Las estimaciones de cálculo, partiendo de las características de la fuente y de otros condicionantes ambientales, resultan engorrosas y, en ocasiones, poco fiables, por lo que en la práctica se impone la realización de mediciones de radiación mediante instrumental.

Los equipos constan de un aparato medidor y un conjunto de varias sondas

intercambiables que deben conectarse en cada caso según la frecuencia y la componente del campo que se pretenda medir.

1.1. Campos eléctricos estáticos, campos magnéticos estáticos y campos eléctricos y magnéticos de VLF y ELF

En el Reglamento de la CENELEC (Comisión Europea de Normalización Eléctrica), ENV 50166-1. “Exposiciones humanas a campos electromagnéticos de 0 Hz en 10 kHz” constan los valores máximos previsibles. **Se han establecido fundamentalmente para evitar las corrientes inducidas en el interior del organismo, los vértigos y arritmias cardíacas y sus efectos adversos.**

Las exposiciones de origen laboral que se producen cerca de **líneas de transmisión de alta tensión** dependen de la posición de la línea activa a elevado potencial. Cuando se trabaja con la línea activa, puede utilizarse **ropa protectora para reducir la intensidad de campo eléctrico y la densidad de corriente en el cuerpo** a valores similares a los que se producirían si se trabajase en el suelo. La ropa protectora no aminora la influencia del campo magnético.

En cuanto a campos magnéticos estáticos, se han desarrollado varios **dosímetros personales** adecuados **para vigilar exposiciones individuales.**

Las técnicas destinadas a minimizar la exposición indebida a campos magnéticos de alta intensidad en grandes instalaciones industriales suelen pertenecer a uno de estos cuatro tipos:

- Aumentar la distancia y disminuir el tiempo de exposición.
- Blindaje magnético.
- Interferencia y compatibilidad electromagnéticas (con equipos electrónicos de emergencia o médicos y para implantes quirúrgicos y dentales).
- Medidas administrativas (restringir acceso a la zona, señalización).

Otra categoría general de medidas de control del riesgo, **el equipo de protección individual** (por ejemplo, prendas y máscaras especiales), **no existe para los campos magnéticos.**

Los objetos ferromagnéticos y paramagnéticos (cualquier sustancia magnetizante) **suelen convertirse en proyectiles peligrosos cuando están sujetos a gradientes de campo magnético intensos.** Este riesgo sólo puede evitarse retirando los objetos metálicos sueltos de la zona y los que lleve el personal. Deberá prohibirse la presencia de objetos tales como tijeras, limas de uñas, destornilladores y bisturís en las proximidades.

1.2. Radiofrecuencias y microondas. Control de la exposición laboral

La exposición a RF-MO depende del valor de la densidad de potencia de las ondas en el punto de recepción o de las magnitudes E y H (intensidades de campo eléctrico y magnético, respectivamente) y del tiempo de exposición, por lo que las acciones correctoras deberán disminuir los valores de esas variables.

Las medidas preventivas para reducir la exposición laboral son las siguientes:

- **Aumento de la distancia entre el emisor y el receptor. Distancia de seguridad.**
- **Encerramientos.** Están constituidos por “cajas” construidas con paneles metálicos que ofrezcan continuidad conductora y con toma de tierra. Es conveniente que los diseños sean realizados por empresas especializadas.
- **Mallas metálicas o paneles metálicos perforados.**
- **Ventanas ópticas.** Cuando se precisa una ventana de observación

en un encerramiento o blindaje (resonancia magnética, hornos de microondas) se utiliza material transparente laminado a una malla metálica o a una capa fina metálica.

- **Señalización. La presencia de campos y ondas electromagnéticas puede afectar al funcionamiento de los marcapasos cardíacos**, tanto por la inducción de fuerzas sobre componentes ferromagnéticos del marcapasos como por la interferencia que las ondas electromagnéticas puedan ejercer sobre el funcionamiento eléctrico del aparato y la programación de éste. El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, en su anexo III, muestra el **pictograma de advertencia sobre la existencia de radiaciones no ionizantes o, mejor aún, un pictograma sobre el riesgo para portadores de marcapasos**.

2. Medidas de control en exposiciones a radiaciones ópticas

Debido a que una evaluación exhaustiva del riesgo requiere complejas mediciones de irradiancia y radiancia espectral de la fuente y a veces también instrumentos y cálculos muy especializados, rara vez se lleva a cabo in situ por higienistas industriales y técnicos en seguridad. En lugar de ello, **la normativa sobre seguridad obliga a utilizar equipo de protección ocular en los entornos peligrosos**. Mediante estudios de investigación se han evaluado una gran variedad de arcos, láser y fuentes térmicas, a fin de desarrollar recomendaciones generales para el establecimiento de normas de seguridad más fáciles de aplicar en la práctica.

Hay diversos protectores oculares con distintos grados de protección apropiados para cada uso. Entre los de uso industrial se encuentran los cascos para soldadura (que además ofrecen protección frente a la radiación intensa visible e infrarroja y protegen la cara), las caretas, las gafas de seguridad y las gafas con absorción UV. En general, los protectores oculares para uso industrial deben ajustarse perfectamente a la cara de manera

que no haya intersticios por los que la RUV pueda llegar directamente al ojo y deben estar bien contruidos para evitar lesiones físicas.

La normativa general de referencia que afecta a las radiaciones ópticas es la Directiva 2006/25/CE, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a riesgos derivados de radiaciones ópticas artificiales.

Otra fuente de referencia es la ACGIH que, como la Directiva 2006/25/CE, propone valores de exposición para la radiación infrarroja, visible, ultravioleta y láser, basándose en la protección de los ojos y de la piel (lesiones térmicas y fotoquímicas).

La protección más eficaz frente a la exposición a la radiación óptica es el confinamiento total de la fuente y de todas las vías de radiación que puedan partir de ella. En la mayoría de los casos, tales medidas permiten cumplir fácilmente los límites de exposición. De no ser así, deberá recurrirse a la **protección individual**. Por ejemplo, se utilizará **protección ocular en forma de gafas o pantallas adecuadas, o bien ropa protectora**. Si las condiciones de trabajo no permiten adoptar tales medidas, puede ser necesario ejercer un **control administrativo y restringir el acceso a las fuentes muy intensas**. En algunos casos, una medida para proteger al trabajador puede ser reducir la potencia de la fuente o bien el tiempo de trabajo (mediante pausas que le permitan recuperarse del estrés por calor).

La norma **UNE-EN 60825-1/A11**, sobre la seguridad de los equipos o los aparatos que utilizan **radiación láser**, los clasifica y establece unos límites de exposición.

A diferencia de lo que ocurre con algunos riesgos en el lugar de trabajo, en general no es necesario realizar mediciones para la vigilancia de niveles peligrosos de radiación láser en los lugares de trabajo. De hecho, una de las primeras justificaciones para la clasificación del riesgo de los láser fue

la gran dificultad que entraña realizar medidas apropiadas para la evaluación del riesgo.

Es **obligatorio el etiquetado de los equipos láser** en los que deberá constar: la clase, la potencia máxima, la duración del impulso y la emisión, a parte de la señal propia del equipo láser.

Los **láser 3 y 4** dispondrán de aviso **audible o visible** durante el disparo.

Para clases **superiores al 3R, deberá existir un supervisor responsable de seguridad del láser, adecuada formación del personal, llave de seguridad, protección ocular y ropas adecuadas.**

Los **láser 3 y 4 sólo pueden usarse en áreas controladas.** Los **accesos** deberán estar **controlados y señalizados, accediendo siempre a ellos con la ropa y protección ocular adecuadas.** Tendrán, así mismo, que disponer de desconexiones automáticas por apertura de puertas. Se evitará la salida de luz láser al exterior del área.

En el caso de trabajos a la intemperie (como los trabajadores agrícolas, peones, trabajadores de la construcción, pescadores, etc.), **la mejor protección frente al sol es la ropa.** Es importante también utilizar un sombrero con ala para reducir la exposición de la cara y el cuello. Las partes del cuerpo que no queden cubiertas por la ropa deben protegerse con un **protector solar que contenga filtros UV-A y UV-B**, que debe ser aplicado 45 minutos antes de tomar el sol. El SPF que tienen los protectores solares nos indican cuánto tiempo podemos estar al sol sin quemarnos en comparación con el tiempo normal de exposición. Además dichos trabajadores deben disponer de sombra.

Resumen de acciones preventivas que se pueden llevar a cabo para reducir la exposición:

Como norma general se tendrá en cuenta que la exposición a radiaciones

disminuye rápidamente a medida que aumenta la distancia entre el foco emisor y el individuo. **El aumento de la distancia es la única medida preventiva efectiva para disminuir la exposición a campos magnéticos estáticos.**

Las radiaciones que inciden en un objeto lo pueden atravesar, ser absorbidas por él o ser reflejadas por dicho objeto. La capacidad de una radiación para penetrar en un objeto depende de la longitud de onda de la misma y de las características estructurales del material. **Una de las técnicas de protección frente a las radiaciones electromagnéticas consiste en apantallar convenientemente dicha radiación.** Las pantallas deben estar conformadas con material apropiado.

Las radiaciones correspondientes a las bandas del **infrarrojo** y **ultravioleta** **pueden ser apantalladas fácilmente**, incluso con pantallas cuya transparencia permite acceder visualmente a la zona confinada.

El **apantallamiento** con mallas metálicas, apropiado para la protección frente a **RF o MO**, requiere tener en cuenta la longitud de onda.

La **intensidad del campo eléctrico puede disminuirse encerrando el foco o el receptor en una construcción metálica convenientemente puesta a tierra** (Jaula de Faraday).

El blindaje del foco emisor en el momento de su fabricación es la medida preventiva necesaria en el caso de ciertos tipos de láser.

La reducción del tiempo de exposición disminuye, así mismo, la dosis recibida durante el trabajo.

La **señalización de las zonas de exposición** es una medida de control de tipo informativo, muy conveniente cuando la exposición a radiaciones tiene cierta importancia, **especialmente para las personas portadoras de marcapasos cardíacos**, por el peligro de interferencia en su

funcionamiento que algunas radiaciones no ionizantes conllevan.

El uso de protecciones individuales (pantalla facial, gafas, ropa de trabajo, etc.) se limita al caso de radiaciones IR o UV.

El todavía insuficiente conocimiento acerca de los posibles efectos de las radiaciones de RF-MO a largo plazo aconseja **evitar las exposiciones innecesarias**. Este principio, que se justifica sobradamente en el caso de radiaciones ionizantes, puede ser aplicable en este caso, mientras se despejan las dudas que todavía existen.

Los empresarios deberían asegurar que los **trabajadores expuestos** a campos eléctricos y magnéticos reciban **formación, instrucciones e información** sobre:

- a) Las prácticas normales de funcionamiento en condiciones de seguridad, así como los procedimientos que han de seguirse en caso de mal funcionamiento de los dispositivos o en casos de emergencia.
- b) Los riesgos asociados al manejo específico de dispositivos que se les haya confiado y, en particular, la importancia que tienen los sistemas de enclavamiento y los peligros que conlleva el fallo de tales sistemas.
- c) Los efectos que los campos magnéticos ejercen en marcapasos y dispositivos médicos análogos implantados en el cuerpo.
- d) El empleo del equipo personal de protección cuando sea posible y necesario.
- e) Los efectos posteriores, una vez que ha cesado la exposición a campos eléctricos o magnéticos.



IV. Trabajadores especialmente sensibles

Los **valores de referencia** cuya adopción permite prevenir la aparición de efectos debidos a la exposición a RF-MO **no están establecidos para la protección del embarazo, estados febriles, terapias con fármacos que afecten a la termorregulación o para portadores de marcapasos u otros dispositivos insertos cuyo funcionamiento pueda verse alterado por la interferencia de estas radiaciones. En esos casos, la filosofía preventiva debe conducir a evitar la exposición.**

V. El futuro de las radiaciones no ionizantes

Hay países que, debido a la incertidumbre existente en cuanto a los riesgos que puede suponer a largo plazo la exposición a campos electromagnéticos, han adoptado el **principio de precaución o de evitación prudente**. Puede definirse como la evitación futura, con bajo coste, de la exposición innecesaria mientras exista incertidumbre científica sobre los efectos para la salud. Suecia ha sido uno de los países que ha adoptado este principio.

Por otro lado, diversas organizaciones a nivel mundial están realizando investigaciones para mejorar la información existente sobre radiaciones no ionizantes.

Para garantizar un alto nivel de protección de la salud pública, la **Comisión Europea** vigila de cerca los avances de la investigación científica y la normativa nacional e internacional en el ámbito de los campos electromagnéticos.

La **OMS (Organización Mundial de la Salud)** formó un comité de expertos independientes, **ICNIRP** (la Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes), con la **doble misión** de **recopilar la información existente sobre posibles efectos nocivos** derivados de la exposición a RNI ambientales y de **proporcionar una guía de niveles de referencia y restricciones básicas** cuyo cumplimiento garantizase la seguridad de los ciudadanos, tanto en lugares públicos como en su domicilio y en su trabajo.

ICNIRP está formada por expertos científicos independientes, es una organización sin fines de lucro e independiente de la industria, tanto en su personal como en sus fondos de funcionamiento, y trabaja en estrecha colaboración con otras organizaciones y agencias nacionales e internacionales relacionadas con la protección de la salud como, entre otras: la **Organización Mundial de la Salud (OMS)**, la **Organización Internacional del Trabajo (OIT)**, y la **Asociación Internacional de Protección contra las Radiaciones (IRPA)**.

En mayo de 1996, en respuesta a la preocupación del público compartida por muchos gobiernos, por los posibles efectos para la salud pública tras exposición a CEM, la OMS lanzó un proyecto internacional para evaluar los efectos sanitarios y ambientales de la exposición a esos campos, que pasó a ser conocido como **Proyecto Internacional CEM**.

El Proyecto **tenía previsto completar en el año 2007 las evaluaciones de los riesgos para la salud de los CEM**, las investigaciones en curso y las propuestas proporcionarán en este plazo resultados suficientes para evaluar los riesgos para la salud de forma más categórica. En él confluyen los conocimientos del momento y los recursos disponibles de importantes organismos internacionales así como de instituciones científicas con el fin de preparar recomendaciones científicamente bien fundamentadas para evaluar el riesgo de la exposición a CEM. Algunas de las funciones del Proyecto Internacional CEM son:

- Analizar publicaciones científicas sobre los efectos biológicos de la exposición a CEM.
- Promover un programa específico de investigaciones de gran calidad sobre CEM.
- Favorecer la adopción de normas uniformes e internacionalmente aceptables sobre CEM.
- Facilitar información sobre la percepción, comunicación y gestión de los riesgos.
- Aconsejar a programas nacionales e instituciones no gubernamentales.

Aún en marcha, dicho proyecto será un instrumento clave para informar sobre los efectos biológicos de la exposición a campos electromagnéticos. Se puede encontrar información de dicho proyecto en la web:

http://www.who.int/peh-emf/project/EMF_Project/es/index.html

A nivel estatal, el **Ministerio de Sanidad y Consumo** realiza tareas de investigación, revisión de estudios científicos y divulgación sobre la materia.

En cuanto a la **transposición a la normativa española de las directivas de la Comunidad Europea**, el estado es el siguiente:

DIRECTIVA 2006/25/CE, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a riesgos derivados de los agentes físicos (**radiaciones ópticas artificiales**). Deberá ser **incorporada al Derecho nacional, a más tardar, el 27 de mayo de 2010.**

Directiva 2004/40/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (**campos electromagnéticos**). **La fecha límite de transposición era el 30 de abril de 2008**, pero debido a que se limitaba desproporcionadamente el uso médico de la resonancia magnética nuclear como técnica diagnóstica, se han realizado modificaciones mediante la Directiva 2008/46/CE, **posponiéndose la entrada en vigor hasta el 30 de abril de 2012 .**

VI. Vigilancia de la salud

Tanto en la Directiva **2004/40/CE**, sobre campos electromagnéticos, como en la Directiva **2006/25/CE**, sobre radiaciones ópticas artificiales, se establece la necesidad de vigilar adecuadamente la salud de los trabajadores expuestos a fin de prevenir cualquier efecto nocivo resultante de la exposición a campos electromagnéticos y radiaciones ópticas. En caso de una exposición que rebase los valores límite, está previsto un examen médico. Si se observara que la salud de los trabajadores en cuestión se ha deteriorado como consecuencia de dicha exposición, deberá efectuarse una segunda evaluación de los riesgos. También están previstas medidas para garantizar que el médico responsable de la vigilancia médica tenga acceso a los resultados de la evaluación de los riesgos, mientras que los trabajadores interesados que lo soliciten podrán acceder a su expediente médico.

La vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a radiaciones no ionizantes debe incluir:

- La evaluación del estado de salud de cada trabajador antes de emprender un trabajo en que se exponga a campos eléctricos y magnéticos (control previo al empleo o nueva función).
- Durante el período de exposición (periódicamente).
- Con objeto de detectar contraindicaciones y garantizar la protección del trabajador y la utilización de campos eléctricos y magnéticos en condiciones de seguridad.
- Y deberá ir encaminada a la detección y la prevención y tratamiento precoz de cualesquiera efectos nocivos de la exposición.

VII. Actuación del delegado de prevención

Como **trabajador** tienes **derecho a:**

- Que el empresario vigile por tu salud y tu seguridad en el desarrollo de tu trabajo.
- Ser formado e informado sobre la prevención de los riesgos a los que estás expuesto.
- Participar en los programas de evaluación y prevención de la empresa.
- Tener a tu disposición los equipos de protección individual cuando se requieran.

tienes la **obligación** de:

- Utilizar la protección individual que la empresa te proporcione.
- Col realizándote los reconocimientos médicos específicos, para facilitar el control y la vigilancia de tu salud.

¿Qué debes hacer cuando crees que existe una exposición a radiaciones no ionizantes en tu empresa?

1. Localiza el problema: Si es general en el centro de trabajo, o hay unas zonas concretas, o unos trabajadores afectados.

2. Plantea el problema a la persona encargada: Al empresario o a la persona responsable de prevención de riesgos en tu empresa.

Quizás hay **información al respecto en la evaluación de riesgos o en informes específicos** (informes de higiene del servicio de prevención), o se consiguen realizar tras el planteamiento de un posible riesgo de exposición a radiaciones no ionizantes. En cualquier caso, si crees que

puede haber exposición en tu empresa, es mejor que pidas información y una valoración del servicio de prevención para ver la necesidad de medir o no. Si un riesgo no se detecta a tiempo, puede traer consecuencias graves.

3. Exige la adopción de medidas correctoras: La determinación de estas medidas depende de la valoración del riesgo y de las características de tu trabajo. Siempre deben prevalecer las medidas de protección colectivas (en origen, aislamiento, alejamiento del trabajador) ante las individuales (EPI).

Si no obtienes respuesta, expón por escrito tu petición o queja a la dirección. Es necesario contar con una prueba de tu solicitud, quédate una copia del escrito firmado y sellado por la empresa, donde conste la fecha de tu solicitud.

4. Fija un plazo de resolución, es una forma de presión para conseguir tu objetivo.

5. Informa a tus **compañeros** y estudia la adopción de otras actuaciones.

VIII. Vocabulario

CEM: Campos electromagnéticos. Se emplea para designar radiaciones no ionizantes en el rango de frecuencias 0 Hz – 300 GHz.

CENELEC: Comisión Europea de Normalización Eléctrica.

ELF: Frecuencia extremadamente baja, frecuencia inferior a 300 Hz.

EMF: Campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos.

Energía electromagnética: La energía almacenada en un campo electromagnético. Expresado en Jules (J).

Exposición ocupacional: Toda la exposición a EMF experimentada por los individuos en el curso de realización de su trabajo.

Exposición pública: Toda exposición a CEM experimentada por miembros del público en general, excepto la exposición ocupacional y exposición durante procedimientos médicos.

Dosimetría: La medida, o la determinación por el cálculo, de la fuerza interna del campo eléctrico o de la densidad de corriente inducida, de la absorción específica de la energía, o de la distribución específica de la tasa de absorción de la energía, en seres humanos o animales expuestos a los campos electromagnéticos.

GHz (gigahercios): Mil millones de hercios.

Hz (hercios): Unidad de frecuencia de una señal. Un hercio equivale a una oscilación por segundo.

IARC: Agencia Internacional de Investigación del Cáncer.

ICNIRP: Comisión Internacional para la Protección contra Radiaciones No Ionizantes.

Ion: Un ion es una partícula que se forma cuando un átomo neutro o un grupo de átomos ganan o pierden uno o más electrones. Un átomo que pierde un electrón forma un ion de carga positiva, llamado catión; un átomo que gana un electrón forma un ion de carga negativa, llamado anión.

Los átomos pueden transformarse en iones por radiación de ondas electromagnéticas con la suficiente energía. Este tipo de radiación recibe el nombre de radiación de ionización.

Melatonina: Es una hormona de potente acción como antioxidante encontrada en todos los organismos vivos, en concentraciones que varían de acuerdo al ciclo diurno/nocturno (ritmo circadiano).

MHz (megahercios): Un millón de hercios.

μ T (microtesla): Una millonésima de tesla, unidad de densidad de flujo magnético.

Ritmo circadiano: El ciclo de sueño-vigilia que se repite como una constante, en todos los seres vivos y organismos, regido por un “reloj biológico” interno.

RNI (radiaciones no ionizantes): Incluye todas las radiaciones y campos del espectro electromagnético que no tengan normalmente suficiente energía para producir la ionización de materia.

SAR: La tasa en la cual la energía se absorbe en tejidos del cuerpo, en vatios por kilogramo ($W\ kg^{-1}$). El SAR es la medida dosimétrica que se ha adoptado extensamente en las frecuencias cerca de 100 kHz.

WHO: (World Health Organization) Organización Mundial de la Salud.

IX. Bibliografía, normativa y páginas web de referencia

BIBLIOGRAFÍA

Ministerio de Sanidad y Consumo “Campos electromagnéticos y salud pública” Dirección General de Salud Pública y Consumo, Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral. Madrid, 11 de mayo de 2001.

ICNIRP – “Recomendaciones para limitar la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (hasta 300 GHz)”, ICNIRP, 1998.

Organización Mundial de la Salud “Estableciendo un diálogo sobre los riesgos de los campos electromagnéticos”, ISBN 92 4 354571 X, OMS.

Organización Internacional del Trabajo (OIT). Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 2001.

Ministerio de Sanidad y Consumo “Campos electromagnéticos y salud pública” Resumen informativo elaborado por el Ministerio de Sanidad y Consumo a partir del informe técnico realizado por el Comité de Expertos Independientes. Dirección General de Salud Pública y Consumo Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral Madrid, 11 de mayo de 2001.

Ministerio de Sanidad y Consumo. Evaluación actualizada de los campos electromagnéticos en relación con la salud pública. Informe técnico elaborado por el Comité de Expertos Independientes. Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral. Dirección General de Salud Pública y Consumo. 2003.

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Informe sobre la exposición del público en general a las emisiones radioeléctricas de estaciones de radiocomunicación. Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información. Dirección General de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información. Madrid 2004.

Informe del Ministerio de Sanidad y Consumo sobre la aplicación del Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas. Agosto 2005.

NOTAS TÉCNICAS DE PREVENCIÓN (INSHT)

NTP 234: Exposición a radiofrecuencias y microondas.

NTP 522: Radiofrecuencias y microondas I: evaluación de la exposición laboral.

NTP 523: Radiofrecuencias y microondas II: control de la exposición laboral.

NTP 598: Exposición a campos magnéticos estáticos.

NTP 654: Láseres: nueva clasificación del riesgo (UNE EN 60825-1 /A2: 2002).

NTP 698: Campos electromagnéticos entre 0 Hz y 300 GHz: criterios ICNIRP para valorar la exposición laboral.

NORMATIVA

LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el

Reglamento de los Servicios de Prevención.

REAL DECRETO 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

REAL DECRETO 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.

REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

REAL DECRETO 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

REAL DECRETO 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas.

REAL DECRETO 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

REAL DECRETO 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

REAL DECRETO 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba

el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

DECRETO 148/2001, de 29 de mayo, de ordenación ambiental de las instalaciones de telefonía móvil y otras instalaciones de radiocomunicación. **Generalitat de Catalunya, Departament de la Presidència, Direcció General de Radiodifusió i Televisió.**

DIRECTIVA 2004/40/CE, riesgos derivados de agentes físicos (campos electromagnéticos).

DIRECTIVA 2008/46/CE, por la que se modifica la Directiva 2004/40/CE, riesgos derivados de los agentes físicos (campos electromagnéticos).

DIRECTIVA 2006/25/CE, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a riesgos derivados de los agentes físicos (radiaciones ópticas artificiales).

“RECOMENDACIÓN DEL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA 1999/519/EC Relativa a la Exposición del Público en General a Campos Electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz)”, publicado en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas del 12 de julio de 1999.

Norma Europea (CENELEC) ENV 50166-2:1994, sobre exposición humana a campos electromagnéticos de alta frecuencia (10 KHz a 300 MHz). Adaptada como norma española a través de la Resolución de la Dirección General de Calidad y Seguridad Industrial de 9 de enero de 1996.

Norma Europea (CENELEC) ENV 50166-1:1994, sobre exposición humana a campos electromagnéticos de baja frecuencia (hasta 10 KHz).

UNE-EN 60825.1993 Seguridad de radiación de productos láser. Clasificación de equipos, requisitos y guía del usuario.

PÁGINAS WEB DE REFERENCIA:

<http://www.msc.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/medioAmbiente/home.htm>

www.mtas.es/insht/EncOIT/pdf/tomo2/49.pdf

www.mtas.es/insht/information/estudiostec/et_011.htm

www.icnirp.de/documents/emfgdlesp.pdf

<http://www.who.ch/emf/>

<http://www.niehs.nih.gov/about/community/espanol/>

www3.gencat.net:81/dgrtv/ftp/edanmob.pdf

http://ec.europa.eu/health/ph_determinants/environment/EMF/emf_es.htm

www.mityc.es/NR/rdonlyres/42750CC5-72F1-470C-99DA-5BD49F032A53/0/resum_syc.pdf

http://europa.eu.int/comm/health/ph/programmes/pollution/ph_fields_index.html

<http://register.consilium.europa.eu/pdf/en/07/st14/st14515.en07.pdf>

http://sstmpe.fundacentro.gov.br/Anexo/Cap18_Radiaciones_no_Ionizantes.pdf

<http://www.nodo50.org/ecologistas/>

www.laprevencion.com/prevencion/b26/c5/d2/e5/index.html

www.asenmac.com/radiación

www.sovem.org.ve/biblioteca/Radiaciones%20ionizantes%20y%20no%20ionizantes.pdf

<http://portalsostenibilidad.upc.edu/archivos/fichas/informes/doccem32004.pdf>

<http://www.bioingenieria.edu.ar/academica/catedras/radiaciones/rni.htm>

http://www.itba.edu.ar/caercem/cem_coords.htm

http://www.gea-es.org/sitio_electromag_cont.html

<http://www.riesgolaboral.net/higiene/radiacion-solar.html>

XI. Direcciones de interés

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

Centro Nacional de Condiciones de Trabajo (INSHT)

Dulcet 2 - 10, 08034 Barcelona
Tel. 932 800 102
Fax 932 803 642
www.mtas.es/insht

Inspección de Trabajo

Barcelona

Travessera de Gràcia, 301-311
08025 Barcelona, Tel. 934 013 000

Girona

Álvarez de Castro, 2, 2a
17001 Girona, Tel. 972 208 933

Lleida

Avinguda del Segre, 2
25007 Lleida, Tel. 973 232 641

Tarragona

Avinguda Vidal i Barraqué, 20, baixos
43005 Tarragona, Tel. 977 235 825

Departament de Treball de la Generalitat de Catalunya

Sepúlveda, 148-150
08011 Barcelona
Tel. 932 285 757, Fax: 932 285 730

Delegació Territorial de Barcelona

Carrera, 12-24
08004 Barcelona
Tel. 936 220 400, Fax: 936 220 401

Delegació Territorial de Girona

Rutlla, 69-75
17003 Girona
Tel. 972 222 785, Fax: 972 223 771

Delegació Territorial de Lleida

General Britos, 3
25007 Lleida
Tel. 973 230 080, Fax: 973 233 623

Delegació Territorial de Tarragona

Antoni Rovira i Virgili, 2
43002 Tarragona
Tel. 977 233 614 / 977 233 631
Fax: 977 243 374

Institut Català d'Avaluacions Mèdiques (ICAM)

Avinguda de l'Hospital Militar, 169-205
Parc Sanitari Pere Virgili. Edifici Puigmal
08023 Barcelona
Tel. 935 119 400
Fax. 935 119 416
De dilluns a divendres de 8.00 a 15.00 hores.

Unitats de Salut Laboral (USL)

Unitat de Salut Laboral de Barcelona

Agència de Salut Pública
Pl. de Lesseps, 1, 4t
08023 Barcelona, Tel. 932 384 565

Unitat de Salut Laboral de Girona

Institut Català de la Salut
C. de Santa Clara, 33-35
17001 Girona, Tel. 972 200 000

Unitat de Salut Laboral de La Costa de Ponent

Institut Català de la Salut, CAP Ramona Via
Av. Verge de Montserrat, 24
08820 El Prat de Llobregat
Tel. 934 792 934

Unitat de Salut Laboral de Lleida

Gestió Serveis Sanitaris
C. Alcalde Rovira Roure, 44
25198 Lleida, Tel. 973 727 363

Unitat de Salut Laboral de Tarragona - Reus

Institut Català de la Salut, CAP Torreforta
C. Gomera, s/n
43006 Tarragona, Tel. 977 541 560

Institut Català de la Salut
CAP Sant Pere, Camí Riudoms, 53
43202 Reus, Tel. 977 320 456

Unitat de Salut Laboral del Barcelonès Nord-Maresme

Badalona Gestió Assistència
C. Gaietà Soler, 6-8, entl. 3a
08911 Badalona, Tel. 934 648 464

Unitat de Salut Laboral del Sector Sanitari de Sabadell

Ajuntament de Sabadell
Institut Català de la Salut
Pl. del Gas, 2, 08201 Sabadell
Tel. 937 264 700

Institut Català de la Dona

Tel. 902 012 345

www.gencat.net/icdona

L'Institut Català de la Dona ofereix atenció personalitzada i informació sobre temes d'interès per a les dones.

Servei d'Atenció Telefònica per a l'Embarassada. SITE

Tel. 91 387 75 35

Informació sobre els factors de risc durant l'embaràs

Sedes de la UGT de Catalunya

Anoia - Alt Penedès - Garraf

ugt@apg.ugt.org

Vilanova i la Geltrú

C. de Sant Josep, 5, 08800

Tel. 938 141 440, Fax 938 115 887

Igualada

C. de la Virtut, 42-43, 3è, 08700

Tel. 938 035 858, Fax 938 053 313

Capellades

C. d'Oló, 20 bis, 08786

Tel. 938 012 750

Vilafranca del Penedès

Pl. del Penedès, 4, 2n pis, 08720

Tel. 938 903 906, Fax 938 171 075

Sant Sadurní d'Anoia

Pg. de Can Ferrer del Mas, 1B, 08770

Tel. 93 891 19 22

Bages - Berguedà

ugt@bagesbergueda.ugt.org

Manresa

Pg. de Pere III, 60-62, 08240

Tel. 938 744 411, Fax 938 746 261

Sant Vicenç de Castellet

C. de Creixell, 23, 08295

Tel. 938 331 964

Berga

Pl. Viladomat, 24, 2a, 08600

Tel. 938 212 552, Fax 938 221 921

Baix Llobregat

ugt@baixllobregat.ugt.org

Cornellà

Ctra. d'Esplugues, 240-242, 08940

Tel. 932 619 009, Fax 932 619 134

Martorell

Pg. dels Sindicats, 226 C, Solàrium, 08760

Tel. 937 754 316, Fax 937 765 476

Viladecans

C. de Sant Climent, 14, baixos, 08840

Tel. 936 370 188, Fax 936 377 752

El Prat de Llobregat

C. de Madoz, 37, 08820

Tel. 934 780 797, Fax 934 780 487

Comarques Gironines

ugt@girona.ugt.org

Girona

C. de Miquel Blay, 1, 3a i 4a planta, 17001

Tel. 972 215 158, 972 210 976,

972 210 295, 972 210 641, 972 208 171

Banyoles

Pl. Servitas, s/n, 17820

Tel. 972 575 864

Figueres

C. del Poeta Marquina, s/n, 17600

Tel. 972 509 115

La Bisbal d'Empordà

C. de Marimont Aspres, 16, 2a, 17100

Tel. 972 641 294

Olot

Av. de la República Argentina, s/n, 17800

Tel. 972 270 832

Palamós

C. de Josep Joan, s/n, 17230

Tel. 972 601 988

Ripoll

Pg. de Ragull, s/n, 17500

Tel. 972 714 444

Lloret de Mar

Apartat de Correus 846 (Estació d'autobusos)
17310

Tel. 972 373 240

Terres de Lleida

tfarre@lleida.ugt.org

Lleida

Av. de Catalunya, 2, 25002
Tel. 973 270 801, 973 264 511
Fax 973 281 015

Tàrraga

C. d'Alonso Martínez, 4, 25300
Tel. 973 500 049

Solsona

Camp del Molí, planta baixa, 25280
Tel. 973 482 305, Fax 973 482 305

Vielha

Av. de Castiero, 15, 25530
Tel. 973 642 549, Fax 973 642 549

La Seu d'Urgell

C. d'Armengol, 47, 25700
Tel. 973 353 903

Vallès Occidental

ugt@vallesocc.ugt.org

Sabadell

Rambla, 73, 08202
Tel. 937 257 677, 937 257 154
Fax 937 257 222

Terrassa

C. de La Unió, 23, 08221
Tel. 937 809 366, 937 809 766
Fax 937 809 177

Rubí

C. de Joaquim Bartrina, 11-13, 08191
Tel. 936 970 251

Cerdanyola del Vallès

C. de Sant Salvador, 6, 08290
Tel. 936 913 651

**Secretaria de Medi Ambient i Salut Laboral
de la UGT de Catalunya**

Rambla de Santa Mònica, 10
08002 Barcelona
Tel. 933 046 832
otprl@catalunya.ugt.org
www.ugtcatalunya.org



**Secretaria de Medi Ambient
i Salut Laboral**

de la UGT de Catalunya
Rambla de Santa Mònica, 10
08002 Barcelona

93 304 6832

otprl@catalunya.ugt.org

www.ugt.cat



UGT

amb tu
+
prevenció

Financiado por:



FUNDACIÓN
PARA LA
PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES

IT-0156/2010