

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los **agentes físicos** (campos electromagnéticos)



Título: Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (campos electromagnéticos)

Autor: Fco. Javier Razquin Lizarraga
Técnico de Prevención del Instituto Navarro de Salud Laboral

© Gobierno de Navarra.
Instituto Navarro de Salud Laboral.
Departamento de Salud.

Diseño gráfico: Ana Cobo

Impresión:

Depósito Legal:

Promociona y distribuye:

Fondo de Publicaciones del Gobierno de Navarra
Departamento de Presidencia e Interior
c/ Navas de Tolosa, 21
Tel.: 848 42 71 21
Fax: 848 42 71 23
e-mail: fpubli01@cfnavarra.es
<http://www.navarra.es>
31002 Pamplona

*Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los **agentes físicos** (campos electromagnéticos)*

Introducción

Entre los posibles riesgos existentes en los puestos de trabajo han de contemplarse los derivados de la presencia y exposición a campos electromagnéticos.

En este documento divulgativo se abordan los campos electromagnéticos de frecuencias comprendidas entre 0 y 300 GHz, esto es, desde campos magnéticos estáticos (0 Hz), pasando por las radiofrecuencias hasta abarcar el rango de las microondas (cuyo límite superior de frecuencia son 300 GHz). Se excluyen por tanto la radiación infrarroja, visible y ultravioleta, caracterizadas por mayores frecuencias.

Los seres humanos hemos estado expuestos desde nuestro origen a campos electromagnéticos generados por fenómenos naturales (radiaciones solares, campo magnético terrestre, tormentas con aparato eléctrico, etc.), aunque debido a sus bajas intensidades o su corta duración, su repercusión sobre la salud de las personas es prácticamente nula.

Así, el campo magnético terrestre varía entre 20 A/m en el ecuador magnético y 53 A/m en los polos magnéticos. Por su parte, el campo eléctrico varía entre 0.1 KV/m en situación normal y 20 KV/m en caso de tormenta.



En el ámbito laboral, puede darse la exposición a campos electromagnéticos en diversos rangos de frecuencia, en actividades tales como:

- **Campos magnéticos estáticos.** Presentes en las unidades de Resonancia Magnética Nuclear (RMN).
- **Campos electromagnéticos de baja frecuencia.** Están presentes en instalaciones eléctricas, transformadores, líneas de potencia, en placas de inducción, en pantallas de visualización, etc.

Cabe citar, a modo de ejemplo, que el campo magnético en instalaciones eléctricas y de soldadura es aproximadamente de 0.4 A/m, con máximos de 100 A/m.

- **Campos electromagnéticos de radiofrecuencias y microondas.** Están presentes en instalaciones sanitarias con tratamientos de diatermia, en las proximidades de los equipos utilizados en la generación y emisión (antenas) de ondas para telecomunicaciones (tales como radio, TV, radar, satélites y telefonía móvil), en los hornos industriales de microondas, en industrias de secado de materiales, de soldadura de plásticos, etc.

Estas radiaciones artificiales, dependiendo de sus frecuencias y sus potencias de emisión, pueden resultar peligrosas en determinadas circunstancias para la salud de los trabajadores.

Al igual que los riesgos de seguridad, agentes químicos, ruido, ergonómicos, etc., los riesgos debidos a los campos electromagnéticos deben ser objeto de identificación, eliminación, evaluación y control.

A tal fin se ha publicado la 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).

CONTENIDO BÁSICO DE LA DIRECTIVA 2004/40/CE, 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).

De los “considerandos” previos al articulado de la Directiva, pueden destacarse dos aspectos:

- No se abordan los efectos a largo plazo, incluidos los posibles efectos carcinógenos de la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables en el tiempo, sobre los cuales no hay pruebas científicas concluyentes que establezcan una relación de causalidad.
- La observancia de los valores límite de exposición y de los valores que dan lugar a una acción puede no impedir necesariamente que se produzcan problemas de interferencia con productos sanitarios, u otros efectos sobre el funcionamiento de dichos productos, tales como prótesis metálicas, marcapasos y desfibriladores cardíacos e implantes cocleares y de otro tipo; los problemas de interferencias, especialmente con marcapasos, pueden ocurrir a niveles inferiores a los valores que dan lugar a una acción y deben por ello someterse a precauciones apropiadas y medidas de protección.

Objeto y ámbito de aplicación

La Directiva 2004/40/CE establece las disposiciones mínimas en materia de protección de los trabajadores contra los riesgos para su salud y su seguridad derivados o que puedan derivarse de la exposición a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz) durante su trabajo.

Los contenidos de esta Directiva se refieren al riesgo para la salud y la seguridad de los trabajadores debido a los efectos negativos a corto plazo conocidos en el cuerpo humano causados por la circulación de corrientes inducidas y por la absorción de energía, así como por las corrientes de contacto. No aborda posibles efectos a largo plazo ni los riesgos derivados del contacto con conductores en tensión.

Definiciones

Campos electromagnéticos: los campos magnéticos estáticos y los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables en el tiempo, de frecuencias de hasta 300 GHz.



Valores límite de exposición: los límites de la exposición a campos electromagnéticos basados directamente en los efectos sobre la salud conocidos y en consideraciones biológicas. El cumplimiento de estos límites garantizará que los trabajadores expuestos a campos electromagnéticos estén protegidos contra todo efecto nocivo conocido para la salud.

Valores que dan lugar a una acción: el nivel de los parámetros directamente medibles, expresados en términos de intensidad de campo eléctrico (E), intensidad de campo magnético (H), densidad de flujo magnético o inducción magnética (B) y densidad de potencia (S), ante el cual deben tomarse una o más de las medidas especificadas en la presente Directiva. El respeto de estos valores garantizará la conformidad con los correspondientes valores límite de exposición.

Los valores límite de exposición y los valores que dan lugar a una acción se fijan en los cuadros 1 y 2, respectivamente del anexo.

Mientras no existan normas europeas armonizadas del Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (Cenelec) que regulen todas las situaciones de evaluación, medición y cálculo pertinentes, los Estados miembros podrán servirse de otras normas o directrices que posean una base científica para evaluar, medir y/o calcular la exposición de los trabajadores a los campos electromagnéticos. (En la actualidad puede recurrirse a los procedimientos contenidos en IEEE C 9501-1999 y en NCRP N° 119).

Obligaciones de los empresarios

Son obligaciones de los empresarios:

- I. La determinación de la exposición y evaluación de los riesgos.**
- II. La adopción de medidas encaminadas a evitar o reducir riesgos.**
- III. La información y formación de los trabajadores.**
- IV. La consulta y participación de los trabajadores.**



I. DETERMINACIÓN DE LA EXPOSICIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS

El empresario deberá evaluar y, en caso necesario, medir y/o calcular los niveles de los campos electromagnéticos a que estén expuestos los trabajadores.

La evaluación, la medición y el cálculo podrán realizarse, hasta que existan normas europeas armonizadas del Cenelec, con arreglo a las normas y directrices que posean una base científica y, cuando corresponda, teniendo en cuenta los niveles de emisión comunicados por los fabricantes de equipos.

Cuando se superen los valores que dan lugar a una acción, el empresario evaluará y, en caso necesario, calculará si se han superado los valores límite de exposición.

La evaluación, la medición y/o los cálculos mencionados serán programados y efectuados por los servicios o personas competentes con la regularidad adecuada (ver Cap. VI del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención).

Al evaluar los riesgos, se concederá particular atención a los siguientes aspectos:

- ✓ El nivel, el espectro de frecuencia, la duración y el tipo de la exposición.
- ✓ Los valores límite de exposición y los valores que dan lugar a una acción.
- ✓ Los posibles efectos en la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a riesgos particulares.

- ✓ Los posibles efectos indirectos tales como:
 - 1) las interferencias con equipos y dispositivos médicos electrónicos (incluidos los marcapasos cardíacos y otros dispositivos implantados).
 - 2) el riesgo de proyección de objetos ferromagnéticos en campos magnéticos estáticos con una densidad de flujo magnético superior a 3 mT.
 - 3) la activación de dispositivos electro-explosivos (detonadores).
 - 4) los incendios y las explosiones resultantes del encendido de materiales inflamables debidos a chispas causadas por campos inducidos, corrientes de contacto o descargas de chispas.
- ✓ La existencia de equipos sustitutivos concebidos para reducir los niveles de exposición a campos electromagnéticos.
- ✓ La información pertinente obtenida de la vigilancia de la salud, incluida la información publicada, en la medida en que sea posible.
- ✓ Las fuentes de exposición múltiples.
- ✓ La exposición simultánea a campos de múltiples frecuencias.

El empresario deberá disponer de una evaluación de los riesgos y determinar las medidas que deban adoptarse. Podrá incluir una justificación del empresario de que la naturaleza y el alcance de los riesgos relacionados con los campos electromagnéticos hacen innecesaria una evaluación más detallada de los mismos.

La evaluación de riesgos se actualizará periódicamente, en particular si se han producido cambios significativos que pudieran dejarla desfasada, o siempre que los resultados de la vigilancia de la salud pongan de manifiesto su necesidad.



II. ADOPCIÓN DE MEDIDAS ENCAMINADAS A EVITAR O REDUCIR RIESGOS

Teniendo en cuenta los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control del riesgo en su origen, los riesgos derivados de la exposición a campos electromagnéticos deberán eliminarse o reducirse al mínimo.

Cuando se superen los valores que dan lugar a una acción, el empresario, a no ser que la evaluación realizada demuestre que no se superan los valores límite de exposición y que puede descartarse todo riesgo para la seguridad, elaborará y aplicará un plan de actuación que incluirá medidas técnicas y/u organizativas destinadas a evitar que la exposición supere los valores límite de exposición, teniendo en cuenta, en particular:

- Otros métodos de trabajo que conlleven una exposición menor a los campos electromagnéticos.
- La elección de equipos que generen menos campos electromagnéticos, teniendo en cuenta el trabajo al que se destinan.
- Las medidas técnicas para reducir la emisión de los campos electromagnéticos, incluido, cuando sea necesario, el uso de sistemas de bloqueo, el blindaje o mecanismos similares de protección de la salud.
- Los programas adecuados de mantenimiento del equipo de trabajo, los lugares de trabajo y los sistemas de puestos de trabajo.
- La concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo.
- La limitación de la duración e intensidad de la exposición.
- La disponibilidad de equipo adecuado de protección personal.

Los lugares de trabajo en que los trabajadores puedan estar expuestos a campos electromagnéticos que superen los valores que dan lugar a una acción se señalarán adecuadamente (ver el Real Decreto 485/ 1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo), a menos que la evaluación demuestre que no se superan los valores límite de exposición y que cabe descartar cualquier riesgo para la seguridad.

Asimismo, cuando sea posible desde el punto de vista técnico y exista el riesgo de que se superen los valores límite de exposición, se identificarán esos lugares y se limitará el acceso a los mismos.

La exposición de los trabajadores no deberá superar en ningún caso los valores límite de exposición.

Si, a pesar de las medidas adoptadas por el empresario, se superasen los valores límite de exposición, el empresario actuará inmediatamente para situar la exposición por debajo de dichos valores límite, determinará las causas por las que se han superado esos valores límite y modificará en consecuencia las medidas de protección y prevención para impedir que se vuelvan a superar.

El empresario adaptará las medidas mencionadas a las necesidades de los trabajadores expuestos a riesgos especiales.

III. INFORMACIÓN Y FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES

El empresario velará por que los trabajadores que se vean expuestos en el lugar de trabajo a riesgos derivados de campos electromagnéticos y/o sus representantes reciban la información y formación necesarias sobre el resultado de la evaluación de riesgos, en particular sobre:

- Las medidas adoptadas en aplicación de la presente Directiva.
- Los valores y conceptos de los valores límite de exposición y de los valores que dan lugar a una acción y los riesgos potenciales asociados.
- Los resultados de las evaluaciones, mediciones y/o cálculos de los niveles de exposición a campos electromagnéticos efectuados.
- La forma de detectar los efectos adversos para la salud debidos a la exposición y la forma de informar sobre ellos.
- Las circunstancias en las que los trabajadores tienen derecho a una vigilancia de la salud.
- Las prácticas de trabajo seguras para reducir al mínimo los riesgos derivados de la exposición.

IV. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES

La consulta y la participación de los trabajadores y/o de sus representantes sobre las cuestiones contempladas en la presente Directiva se realizarán de conformidad con el apartado 2 del artículo 18 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Vigilancia de la salud

Con el fin de prevenir y diagnosticar lo más rápidamente posible cualquier efecto adverso para la salud debido a la exposición a campos electromagnéticos, deberá llevarse a cabo una adecuada vigilancia de la salud (ver art. 22 de la Ley 31/95 y apart. 37.3 del RD 39/97).

Cuando se detecte una exposición que supere los valores límite, deberá procederse a un examen médico del trabajador o los trabajadores en cuestión.



ANEXO

Para la elaboración de este documento se han eliminado los contenidos más complejos y técnicos, por lo que a la hora de aplicar los siguientes valores, debe consultarse la Directiva original).

VALORES LÍMITE DE EXPOSICIÓN Y VALORES QUE DAN LUGAR A UNA ACCIÓN PARA CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Se usarán las siguientes magnitudes físicas para describir la exposición a campos electromagnéticos:

La **corriente de contacto** (IC) entre una persona y un objeto se expresa en amperios (A). Un objeto conductor en un campo eléctrico puede ser cargado por el campo.

La **densidad de corriente** (J) se define como la corriente que fluye por una unidad de sección transversal perpendicular a la dirección de la corriente, en un conductor volumétrico como puede ser el cuerpo humano o parte de éste, expresada en amperios por metro cuadrado (A/m²).

La **intensidad de campo eléctrico** es una magnitud vectorial (E) que corresponde a la fuerza ejercida sobre una partícula cargada independientemente de su movimiento en el espacio. Se expresa en voltios por metro (V/m).

La **intensidad de campo magnético** es una magnitud vectorial (H) que, junto con la inducción magnética, determina un campo magnético en cualquier punto del espacio. Se expresa en amperios por metro (A/m)

La **densidad de flujo magnético** o **inducción magnética** es una magnitud vectorial (B) que da lugar a una fuerza que actúa sobre cargas en movimiento, y se expresa en teslas (T). En espacio libre y en materiales biológicos, la densidad de flujo magnético o inducción magnética y la intensidad de campo magnético se pueden intercambiar utilizando la equivalencia:

$$1 \text{ A/m} = 4\pi \cdot 10^7 \text{ T.}$$

La **densidad de potencia** (S) es la magnitud adecuada que se utiliza para frecuencias muy altas, cuya profundidad de penetración en el cuerpo es baja. Consiste en la potencia radiante que incide perpendicular a una superficie, dividida por el área de la superficie, y se expresa en vatios por metro cuadrado (W/m²).

La **absorción específica de energía** (SA) se define como la energía absorbida por unidad de masa de tejido biológico, expresada en julios por kilogramo (J/kg). En la presente Directiva se utiliza para limitar los efectos no térmicos de la radiación de microondas pulsátil.

La **tasa de absorción específica de energía** (SAR), cuyo promedio se calcula en la totalidad del cuerpo o en partes de éste, se define como la energía que es absorbida por unidad de masa de tejido corporal y se expresa en vatios por kilogramo (W/kg). El SAR de cuerpo entero es una medida ampliamente aceptada para relacionar los efectos térmicos adversos con la exposición a campos de radiofrecuencias (RF). Junto al SAR medio de cuerpo entero, los valores SAR locales son necesarios para evaluar y limitar un depósito excesivo de energía en pequeñas partes del cuerpo como consecuencia de unas condiciones especiales de exposición, como por ejemplo: la exposición a campos de radiofrecuencias en la gama baja de Mhz de una persona en contacto con la tierra, o la exposición de una persona en las inmediaciones de una antena.

De estas magnitudes, las que pueden medirse directamente son:

- La densidad de flujo magnético.
- La corriente de contacto.
- La intensidad del campo eléctrico.
- La del campo magnético.
- La densidad de potencia.

A. VALORES LÍMITE DE EXPOSICIÓN

Dependiendo de la frecuencia, para la especificación de los valores límite de exposición a campos electromagnéticos se emplean las siguientes magnitudes físicas:

Se proporcionan valores límite de exposición para la densidad de corriente para campos variables en el tiempo hasta 1 Hz, con el fin de prevenir los efectos sobre el sistema cardiovascular y el sistema nervioso central.

Entre 1 Hz y 10 Mhz se proporcionan valores límite de exposición para la densidad de corriente, con el fin de prevenir los efectos sobre las funciones del sistema nervioso central.

Entre 100 kHz y 10 GHz se proporcionan valores límite de exposición para el SAR, con el fin de prevenir la fatiga calorífica de cuerpo entero y un calentamiento local excesivo de los tejidos. En la gama de 100 kHz a 10 MHz se proporcionan valores límite de exposición para la densidad de corriente y el SAR,

Entre 10 GHz y 300 GHz se proporcionan valores límite de exposición para la densidad de potencia, con el fin de prevenir un calentamiento excesivo de los tejidos en la superficie corporal o cerca de ella.

Cuadro 1. Valores límite de exposición.

Han de cumplirse todas las condiciones.

Gama de frecuencias	Densidad de corriente para cabeza y tronco $J (A/m^2)(rms)$	SAR medio de cuerpo entero (W/kg)	SAR localizado (cabeza y tronco) (W/kg)	SAR localizado (extremidades) (W/kg)	Densidad de potencia $S (W/m^2)$
Hasta 1 Hz	40	-	-	-	-
1-4 Hz	40/f	-	-	-	-
4-1.000 Hz	10	-	-	-	-
1-100 kHz	f/100	-	-	-	-
100 kHz-10 MHz	f/100	0,4	10	20	-
10 MHz-10 GHz	-	0,4	10	20	-
10-300 GHz	-	-	-	-	50

Notas:

1. **f** es la frecuencia en hercios.
6. Todos los valores SAR deben ser promediados a lo largo de un período cualquiera de 6 minutos.

B. VALORES QUE DAN LUGAR A UNA ACCIÓN

Los valores que dan lugar a una acción incluidos en el cuadro 2 se obtienen a partir de los valores límite de exposición conforme al criterio seguido por la Comisión Internacional sobre Protección frente a Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) en sus directrices sobre la limitación de la exposición a las radiaciones no ionizantes (ICNIRP 7/99).

Cuadro 2. Valores que dan lugar a una acción
(valores imperturbados).

Gama de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico, E (V/m)	Intensidad de campo magnético, H (A/m)	Inducción magnética, B (μT)	Densidad de potencia de onda plana equivalente, Seq (W/m ²)	Corriente de contacto, IC (mA)	Corriente inducida en las extremidades, IL (mA)
0-1 Hz	-	1,63*10 ⁵	2*10 ⁵	-	1,0	-
1-8 Hz	20.000	1,63*10 ⁵ /f ²	2*10 ⁵ /f ²	-	1,0	-
8-25 Hz	20.000	2*10 ⁴ /f	2,5*10 ⁴ /f	-	1,0	-
0,025-0,82 kHz	500/f	20/f	25/f	-	1,0	-
0,82-2,5 kHz	610	24,4	30,7	-	1,0	-
2,5-65 kHz	610	24,4	30,7	-	0,4f	-
65-100 kHz	610	1.600/f	2.000/f	-	0,4f	-
0,1-1 MHz	610	1,6/f	2/f	-	40	-
1-10 MHz	610/f	1,6/f	2/f	-	40	-
10-110 MHz	61	0,16	0,2	10	40	100
110-400 MHz	61	0,16	0,2	10	-	-
400-2.000 MHz	3f ^{1/2}	0,008 f ^{1/2}	0,01 f ^{1/2}	f/40	-	-
2-300 GHz	137	0,36	0,45	50	-	-

Notas:

1. **f** es la frecuencia en las unidades indicadas en la columna de gama de frecuencias.
2. Para frecuencias de 100 kHz a 10 GHz, el promedio de Seq, E², H², B² e IL² ha de calcularse a lo largo de un período cualquiera de 6 minutos

Instituto Navarro de Salud Laboral

Polígono de Landaben, calle E/F - 31012 Pamplona
Tel. 848 42 37 71 - Fax 848 42 37 30
www.cfnavarra.es/insl