# La nueva Directiva 2013/35/UE: Salud, Seguridad y Riesgos respecto a los campos EM

Artículo cedido por Cemdal

CEMDAL

www.cemdal.com

Autores: Francesc Daura Luna, Ingeniero Industrial. Director de la Consultoría CEMDAL, Representante de Austria Mikro Sisteme (ams AG) para España y Portugal.
www.cemdal.com
fdaura@cemdal.com

El presente año 2016 va a ser un año muy completo en novedades relacionadas con nuevas Directivas Europeas. El 20 de abril entrarán en vigor 8 nuevas Directivas: Compatibilidad Electromagnética 2014/30/UE (EMC), Baja Tensión 2014/35/UE (LVD), Instrumentos de Medida 2015/32/UE, Equipos y Sistemas de Protección para uso en ATmósferas EXplosivas (ATEX) 2014/34/UE, Ascensores 2014/33/UE, Explosivos para Usos Civiles 2014/28/UE, Instrumentos de Pesaje no Automático 2014/31/UE y Recipientes de Presión Simples 2014/29/UE. Algo más tarde, el 13 de junio entrará en vigor la Directiva de Equipos Radioeléctricos 2014/53/UE (RED).

Finalmente el 1 de julio entrará en vigor la Directiva de la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los campos EM 2013/35/UE, que vamos a presentar seguidamente en este artículo.

Los campos electromagnéticos están generados por un amplio abanico de fuentes que los trabajadores pueden encontrar habitualmente en su lugar de trabajo. Los diversos equipos eléctricos y electrónicos que generan campos electromagnéticos se utilizan y necesitan en muchas actividades laborales, incluidos los procesos de fabricación, la investigación, las comunicaciones, las aplicaciones médicas, la generación de energía eléctrica, la transmisión y distribución de energía, la radiodifusión, la navegación aeronáutica y marítima, la seguridad, el transporte ferroviario y también en las oficinas, llenas de ordenadores, impresoras, etc.

## La Directiva 2013/35/UE

La nueva Directiva 2013/35/UE del 26 de junio 2013, relativa a los requisitos mínimos de seguridad y salud en el trabajo para los trabajadores expuestos a campos electromagnéticos (EM) deroga la anterior Directiva 2004/40/CE, cuya transposición se ha retrasado durante cuatro años, primero por la Directiva 2008/46/CE, y luego otra vez por la Directiva 2012/11/UE. Por lo tanto, la Directiva 2004/40/CE nunca ha sido plenamente incorporada por los Estados miembros a su legislación interna. Anteriormente el texto había sido objeto de una gran controversia debido a las dificultades en su aplicación en las tecnologías como las imágenes por resonancia magnética (IRM). Además, también hubo preocupaciones sobre el impacto de la Directiva relativo a determinadas actividades industriales como, por ejemplo, la soldadura eléctrica.

La nueva Directiva está destinada a prevenir los efectos biofísicos conocidos (directos e indirectos), generados por los campos EM con el fin de proteger la salud y la seguridad de cada trabajador. Para cumplir con esta Directiva todos los empresarios tienen la obligación de evaluar los riesgos relacionados con las tareas que se llevan a cabo en su empresa y a aplicar las medidas preventivas o de protección necesarias para reducir los riesgos que se detecten. Esta obligación es consecuencia de la Directiva Marco 89/391/CE. La Directiva 2013/35/UE se elaboró para ayudar a los empresarios a cumplir con sus obligaciones generales, con arreglo a la Directiva Marco, en el caso específico de los campos EM en el lugar de trabajo. Los empresarios que ya cumplen los requisitos de la Directiva Marco, en su mayoría observarán que también cumplen con la Directiva de campos EM y por ello no tendrán que hacer nada más.

La Directiva 2013/35/UE aborda los efectos directos e indirectos comprobados causados por los campos EM, pero no aborda los posibles efectos a largo plazo sobre la salud. Actualmente no hay evidencia científica de que se establezca una relación causa-efecto entre la exposición a los campos EM y los posibles efectos a largo plazo (incluidos los efectos cancerígenos perjudiciales). Ello provoca que estos efectos a largo plazo no estén cubiertos por la Directiva.

Los efectos directos se clasifican en efectos no térmicos, como la estimulación de nervios, músculos u órganos sensoriales, y en efectos térmicos, como el calentamiento de los tejidos. Se producen efectos indirectos cuando la presencia de un objeto en un campo EM puede entrañar un riesgo para la salud o la seguridad. La Directiva de campos EM obliga a los empresarios a prestar atención a los trabajadores que puedan presentar riesgos particulares, en especial los trabajadores que llevan implantados dispositivos médicos activos o pasivos, como marcapasos cardíacos, los trabajadores con dispositivos médicos adosados en al cuerpo, como bombas de insulina, o las trabajadoras embarazadas.

La Directiva aclara los niveles de exposición a los campos EM. El proceso de evaluación de los riesgos debe tener en cuenta la salud de los empleados, estableciendo las disposiciones mínimas de seguridad relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los campos EM. Sin embargo, son pocos los empresarios que tienen que calcular los niveles de los campos EM en el lugar de trabajo. En la mayoría de los casos, el tipo de trabajo realizado hace que los riesgos sean bajos, lo cual puede determinarse de forma bastante sencilla.

Para proteger a los trabajadores expuestos a campos EM es necesario llevar a cabo una evaluación de los riesgos efectiva y eficiente. No obstante, esta obligación debe ser proporcional a la situación en que se encuentra el lugar de trabajo. De ahí que convenga diseñar un sistema de protección que agrupe diferentes riesgos de manera sencilla, gradual

y fácilmente comprensible. Por consiguiente, la referencia a una serie de indicadores y situaciones tipo, que figuran en las guías prácticas, puede ayudar a los empresarios a cumplir con sus obligaciones.

## Guías de aplicación de la Directiva

Están disponibles dos guías para la aplicación de la Directiva 2013/35/UE. La primera, más sencilla, es la "Guía no vinculante de buenas prácticas para la aplicación de la Directiva 2013/35/UE sobre campos EM: Guía para las pymes" publicada en noviembre de 2014. Esta guía va dirigida en particular a las pymes. No obstante, también puede ser útil para los trabajadores, sus representantes y las autoridades de reglamentación de los Estados miembros. A todos les facilitará la realización de una evaluación inicial de los riesgos derivados de los campos EM en el lugar de trabajo analizado. Sobre la base de los resultados de esta evaluación, la guía ayuda a decidir si se tiene que tomar alguna otra medida como consecuencia de la Directiva. Esta guía está concebida para ayudar a comprender cómo el trabajo que se realiza puede verse afectado por la Directiva. También está diseñada para que los empresarios que ya cumplen las disposiciones puedan confirmarlo con rapidez.

La segunda guía es la "Guía no vinculante de buenas prácticas para la aplicación de la Directiva 2013/35/UE sobre campos EM": Volumen 1: Guía práctica y Volumen 2: Casos prácticos. En el primer volumen se ha elaborado una guía práctica para ayudar a los empresarios, a comprender las disposiciones que deben cumplir con arreglo a la Directiva. En la Unión Europea, el régimen general para garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores está establecido en la Directiva Marco (89/391/CEE). Básicamente, la Directiva 2013/35/UE aporta detalles adicionales sobre el modo de cumplir los objetivos de la Directiva Marco en la situación concreta del trabajo cerca de campos EM.

Para ayudar a los empresarios a llevar a cabo una evaluación inicial de los puestos de trabajo en su empresa, las dos guías presentan un cuadro de situaciones de trabajo comunes. El cuadro tiene tres columnas que indican las situaciones que precisan efectuar evaluaciones específicas para los trabajadores con implantes activos, para los demás trabajadores con riesgos particulares y para el conjunto general de los trabajadores. Este cuadro sirve de ayuda en la mayoría de los casos, incluso en el caso de los trabajadores que llevan dispositivos médicos implantados activos. Por lo general bastará garantizar que los trabajadores sigan unas instrucciones sensatas que les facilite el equipo médico responsable de su asistencia. También se facilita un apéndice que ayuda a los empresarios que tengan que evaluar el riesgo de los trabajadores con riesgos particulares para determinar la inexistencia de riesgos de compatibilidad electromagnética (CEM) en sus lugares de trabajo. La guía práctica ofrece asesoramiento para la realización de una evaluación de los riesgos que debe ser coherente con una serie de procedimientos de evaluación generalizados, entre los que se incluye la herramienta OiRA ("Online Interactive Risk Assessment") (www.oira-project.eu) que facilita la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (https://osha.europa.eu/es/tools-and-publications/oira).

El volumen 2 de la Guía presenta un conjunto de casos prácticos, a modo de ejemplo, que se han elaborado para una serie de sectores laborales. Estos casos se basan en evaluaciones reales de situaciones de la vida real. Estos son: oficinas en general, espectrómetro de resonancia magnética nuclear, electrólisis, medicina, taller de ingeniería, automóvil, soldadura, fabricación metalúrgica, aparatos de plasma de radiofrecuencia, antenas de azotea, emisores-receptores portátiles y aeropuertos. En cada caso se incluyen gráficos de contorno que tratan de ofrecer una ilustración esquemática (en planta) de los niveles de exposición medidos (o calculados) en torno a determinados elementos de equipos o los resultados de modelización por ordenador representados por gráficos de la distribución del campo eléctrico inducido máximo o de la tasa de absorción específica de energía del modelo del cuerpo humano.

## Efectos en las personas

El tipo de efecto que los campos EM tienen en las personas depende fundamentalmente de su frecuencia e intensidad. Otros factores, tales como la forma de la onda, también pueden ser importantes en ciertas situaciones. Determinados campos EM causan la estimulación de los órganos sensoriales, los nervios y los músculos, mientras que otros causan calentamiento. En la Directiva, los efectos causados por el calentamiento se denominan efec-

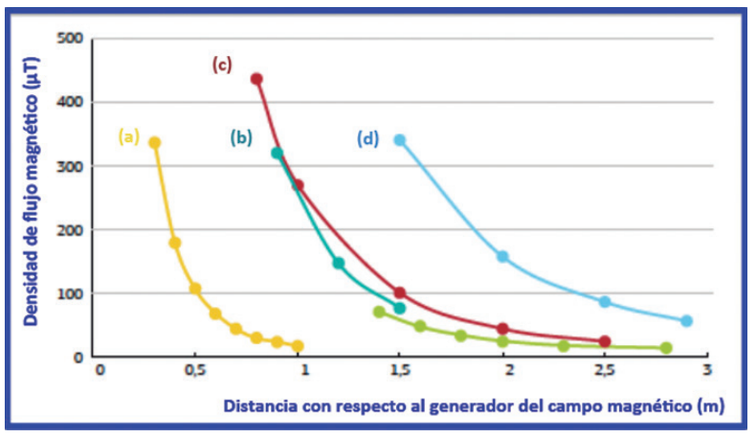


Figura 1 : Reducción de la densidad de flujo magnético con la distancia referida a diversas fuentes de frecuencias con diferentes potencias: (a) Aparato de soldadura por puntos. (b) Bobina de desmagnetización de 0,5 m. (c) Horno de inducción de 180 kW. (d) aparato de soldadura en cordón de 100 kVA bobina de desmagnetización de 1 m.

tos térmicos, mientras que todos los demás se denominan efectos no térmicos. Es importante señalar que, para todos estos efectos, hay un umbral por debajo del cual no existe riesgo y que las exposiciones por debajo de dicho umbral no son acumulativas en modo alguno. Los efectos causados por la exposición son transitorios y se limitan a su duración, de manera que desaparecerán o disminuirán una vez finalice la exposición transitoria.

La magnitud de un campo EM se reduce rápidamente conforme aumenta la distancia con respecto a su fuente. La figura 1 muestra unos ejemplos de reducción de la densidad de flujo magnético. Se puede reducir la exposición de los trabajadores si es posible restringir el acceso a zonas próximas al equipo generador del campo, mientras esté funcionando.

Los campos EM desaparecen en principio cuando el equipo se desconecta de la corriente, a menos que sean generados por un imán permanente o por un imán superconductor.

Figura 2: Signos de advertencia normalizados que a menudo se exhiben en relación con CEM.

Figura 3: Signos de prohibición normalizados que a menudo se exhiben en relación con CEM.

A través del enfoque de evaluación de riesgos que propone, la Directiva da lugar a analizar las condiciones de trabajo y la aplicación adecuada de las protecciones y la prevención, siempre que la exposición de los trabajadores esté dentro de los límites establecidos. Sin embargo, algunos aspectos prácticos de la evaluación de riesgos, aún no están suficientemente claros, incluidos los relativos a la verificación de los valores de los límites de exposición (VLE), en caso de exceder los valores que provocan la activación de los niveles de actuación.

## Efectos a corto plazo sobre la salud

Los campos EM presentes en el lugar de trabajo pueden causar efectos directos o indirectos. Los efectos directos son los derivados de la interacción de los campos con el cuerpo humano y pueden ser de naturaleza térmica o no térmica. Los efectos indirectos se deben a la presencia de un objeto en el radio de acción del campo, con el resultado de tener un posible riesgo para la seguridad o la salud. La Directiva solo considera los efectos bien entendidos que se basan en mecanismos conocidos, y distingue entre efectos sensoriales y efectos para la salud, que se consideran más graves. Los efectos directos son los siguientes:

- vértigo y náuseas provocados por campos magnéticos estáticos (normalmente asociados con el movimiento del trabajador inmerso dentro del campo, pero que también pueden darse sin él)
- efectos sobre órganos sensoriales, nervios y músculos, debidos a los campos de baja frecuencia (hasta 100 kHz)
- calentamiento del cuerpo entero o de partes de éste, debido a los campos de alta frecuencia (a partir de 10 MHz); por encima de unos cuantos GHz, el calentamiento se limita progresivamente a la superficie del cuerpo
- efectos de calentamiento sobre los nervios y los músculos, debidos a los campos con frecuencias intermedias (10-100 MHz)
- efectos no térmicos que se producen durante la exposición a campos de frecuencia comprendidas entre 0 Hz y 10 MHz. Incluyen los efectos de la estimulación de los músculos o los nervios que son perjudiciales para la salud a partir de un determinado umbral. También incluyen los efectos sensoriales variables en función de la frecuencia, y que pueden resultar en la aparición de síntomas pasajeros tales como fosfenos retinales o mareos. También es probable que puedan afectar a las facultades cognitivas o a otras funciones cerebrales o musculares. Hay tener en cuenta que también es un efecto sensorial para la exposición a impulsos en la banda de frecuencias de 0,3 a 6 GHz. El efecto se traduce en la percepción de "clics" en el canal auditivo. Debido a éstos, la Directiva introduce el concepto de riesgo de seguridad (una sensación de mareo en las inmediaciones de los conductores con tensión, por ejemplo)
- corrientes inducidas en las extremidades

## Efectos a largo plazo sobre la salud

La Directiva no aborda los posibles efectos a largo plazo debidos a la exposición a campos EM, ya que actualmente no existen datos científicos comprobados que establezcan un nexo causal. No obstante, si se aportan tales datos científicos comprobados, la Comisión Europea estudiará la forma más adecuada de abordar estos efectos.

## Efectos indeseables

Pueden producirse efectos indeseables debido a la presencia de objetos en el campo EM con el resultado de un riesgo para la seguridad o la salud. El contacto con un conductor (o cable) bajo tensión no entra en el ámbito de aplicación de esta Directiva. Los efectos indirectos son los siguientes:

- interferencias electromagnéticas (EMI) con equipos y otros dispositivos electromédicos
- EMI con dispositivos o equipos médicos implantados activos, tales como los marcapasos o los desfibriladores cardíacos

- EMI con dispositivos médicos llevados en el cuerpo, como las bombas de insulina
- EMI con implantes pasivos (prótesis articulares, clavos)
- efectos sobre la metralla, "piercings", tatuajes y arte corporal
- riesgo de proyección de objetos ferromagnéticos sueltos en campos magnéticos estáticos
- activación involuntaria de detonadores
- incendios o explosiones resultantes de la ignición de materiales inflamables o explosivos debido a chispas producidas por campos inducidos, corrientes de contacto o descargas eléctricas
- choques eléctricos o quemaduras producidas por corrientes de contacto cuando una persona toca un objetos conductores inmersos en un campo EM y uno de ellos está conectado a tierra, mientras que el otro no.

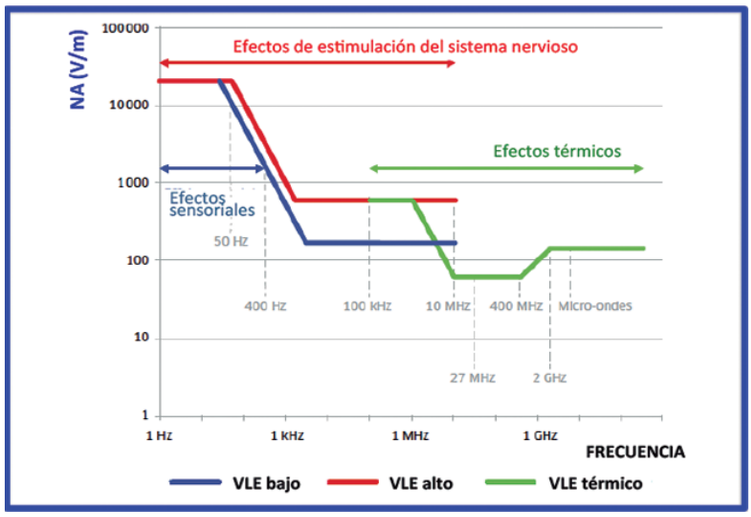


Figura 4: Niveles de Actuación (NA) de campo eléctrico según la Directiva 2013/35/UE.

## Casos especiales

La exposición cerca de un sistema de resonancia magnética, en el campo de la investigación médica, puede ser objeto de una derogación del cumplimiento de la Directiva, aunque se superen los valores límite de exposición.

En cuanto a las instalaciones militares operativas, la Directiva permite a los Estados miembros autorizar la aplicación de otro sistema de protección del personal que trabaje en estas instalaciones, siempre que permita la prevención de los efectos adversos para la salud y los riesgos de seguridad. Los trabajadores que pueden estar expuestos a campos EM o sus representantes también deben recibir información y formación relativas al resultado del análisis de riesgos.

Deben ser informados en todo lo relativo a las medidas preventivas adoptadas en aplicación de la Directiva, las nociones de los valores límite de exposición y los niveles de actuación, los efectos directos e indirectos, la forma de evitar los efectos adversos relacionados con la sensibilidad o con síntomas pasajeros ligados a los efectos sobre el sistema nervioso, las prácticas de seguridad para reducir los riesgos en general y en particular para ciertas categorías de trabajadores, incluidas las personas con implantes médicos activos para prevenir los riesgos a los efectos nocivos contra la salud y la seguridad. Hay que tener en cuenta que, para estos casos, la Directiva no prevé ningún nivel de actuación para la exposición a campo magnético estático, y no especifica valores de actuación para los campos eléctricos o magnéticos variables en el tiempo.

En consecuencia, será aconsejable centrarse en las condiciones de exposición de estos trabajadores para todas las frecuencias presentes en el ambiente de trabajo y colaborar con el médico de empresa que puede, en caso necesario, decidir si se mantiene o no el puesto de trabajo en cuestión. La inmunidad de los dispositivos médicos implantables es muy variable de un modelo a otro y, en función de la frecuencia del campo EM presente, el médico de empresa debe consultar con el fabricante el dispositivo para conocer los umbrales más allá de los cuales puede funcionar mal.

Es especialmente importante destacar que los dispositivos médicos pueden ser perturbados por campos EM a niveles por debajo de los valores de actuación establecidos por la Directiva.

## Signos y avisos de seguridad

Los signos y avisos de seguridad son una parte importante de cualquier sistema de medidas protectoras a nivel de organización del lugar de trabajo. Los signos y avisos de seguridad solo son eficaces si son claros e inequívocos. Deben colocarse a la altura de los ojos para potenciar al máximo su visibilidad. La naturaleza del peligro debe indicarse claramente. En las figuras 2 y 3 se muestran ejemplos de pictogramas, junto al significado que se les atribuye. En general, será apropiado añadir un texto complementario para contribuir a su comprensión. Ello es especialmente pertinente en relación con los signos obligatorios que exigen el uso de calzado o guantes aislantes.

## Los valores VLE y los niveles NA

Los "Valores Límite de Exposición" (VLE) son los valores que se han establecido a partir de consideraciones biofísicas y biológicas, en particular sobre la base de los efectos directos agudos a corto plazo y comprobados científicamente. Por ejemplo, los efectos térmicos y la estimulación eléctrica de los tejidos.

Los "Niveles de Actuación" (NA) son los niveles operativos establecidos para simplificar la demostración del cumplimiento de los valores VLE correspondientes o, en su caso, para tomar las medidas de protección o prevención correspondientes establecidas en la Directiva. Los NA se expresan como campo eléctrico (Figura 4) y como campo magnético

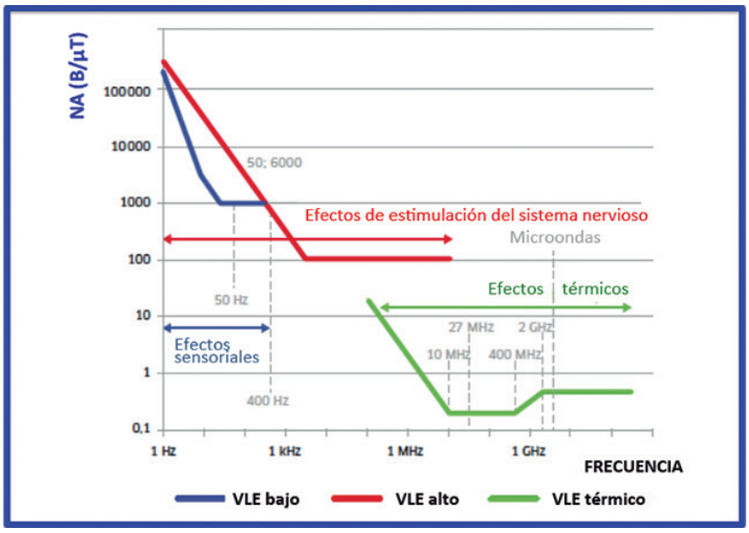


Figura 5: Niveles de Actuación (NA) de inducción magnética según la Directiva 2013/35/UE.

o inducción magnética (Figura 5), lo que permite relacionarlos directamente con el campo EM presente en el entorno de trabajo.

Cuando se respeta el valor VLE se asegura que la exposición se mantiene por debajo del umbral para el cual no hay efectos adversos conocidos para la salud. El NA corresponde a una cantidad medible utilizada prácticamente para evaluar los VLE. El cumplimiento del NA garantiza el respeto de los VLE. Si resulta que el NA no se cumple, se debe verificar el cumplimiento del VLE.

La Directiva establece unos valores VLE relativos a los efectos no térmicos en el anexo II (Efectos no térmicos: valores límite de exposición y niveles de actuación en el intervalo de frecuencias entre 0 Hz y 10 MHz) y a los efectos térmicos en el anexo III (Efectos térmicos: valores límite de exposición y niveles de actuación en el intervalo de frecuencias entre 100 kHz y 300 GHz).

De esto se desprende que es necesario conocer las frecuencias del campo EM, antes de poder seleccionar el VLE correcto. En la figura 6 vemos que los dos intervalos se superponen. Por ello, en el intervalo de frecuencias intermedio (100 kHz-10 MHz), pueden producirse efectos térmicos y no térmicos a la vez, por lo que habría que considerar ambos VLE. En la figura 7 se muestran los efectos térmicos por encima de los 100 kHz con mayor detalle.

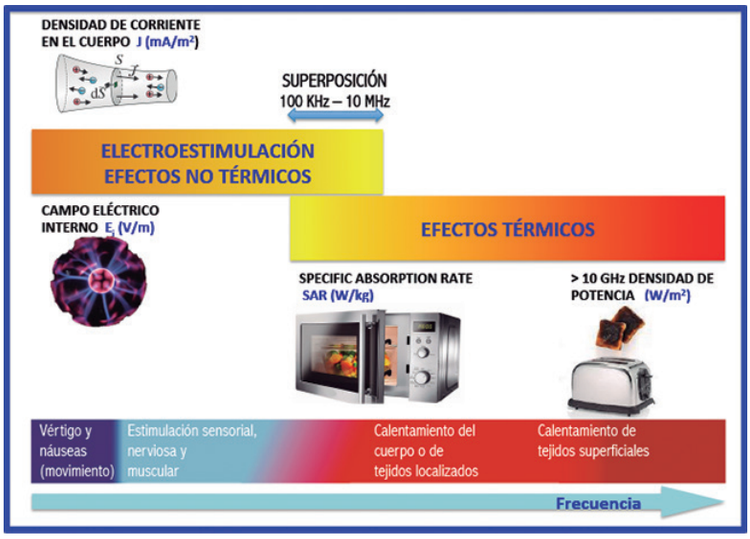


Figura 6: Efectos directos térmicos y no térmicos de los campos electromagnéticos en el cuerpo humano.

Para las frecuencias entre 1 Hz y 6 GHz, los VLE se definen con arreglo a magnitudes dentro del cuerpo que no pueden medirse o calcularse fácilmente. Por este motivo, la Directiva también establece los NA correspondientes que se expresan en términos de magnitudes relativas a los campos externos que pueden medirse o calcularse con relativa facilidad. Estos NA se derivan de los VLE y se basan en suposiciones conservadoras, de manera que el cumplimiento del NA pertinente siempre garantizará el cumplimiento del VLE correspondiente. No obstante, es posible superar un NA y seguir cumpliendo el VLE.

La figura 6.1 del volumen 1 de la guía de la Directiva ilustra un diagrama detallado del proceso para decidir si se evalúa el cumplimiento conforme a los NA o a los VLE. No se muestra aquí por requerir demasiado espacio.

La comparación de los NA o VLE se integra en el proceso de evaluación de riesgos. De no poderse demostrar el cumplimiento de los NA, los empresarios podrán decidir si, en lugar de ello, evalúan el puesto de trabajo con arreglo a los VLE. No obstante, una evaluación así es probable que sea más compleja y, consiguientemente más cara. En muchos casos, sería posible adoptar medidas adicionales para lograr el cumplimiento de los NA o de los VLE. Todos los NA se especifican para campos no perturbados por la presencia del cuerpo del trabajador.

El sistema de NA se ilustra en la figura 8. Los VLE y los NA asociados se basan en las directrices publicadas por la Comisión Internacional sobre Protección frente a Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP, por sus siglas en inglés). En tales directrices puede obtenerse información adicional sobre las causas subyacentes (www.icnirp.org).

Para la mayoría de los empresarios será más sencillo demostrar el cumplimiento de los NA en lugar de los valores VLE, aunque las distancias de cumplimiento entre el trabajador y el generador del campo EM podrán ser mayores para los NA que para los VLE. También se indican los NA relativos a algunos efectos indirectos, aunque no a todos. Los NA y los VLE no brindan,

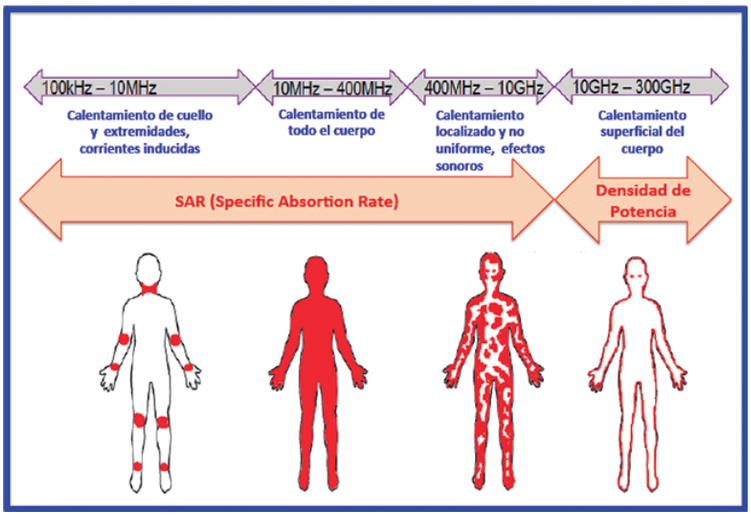


Figura 7 : Efectos térmicos por encima de los 100 kHz.

por lo general, protección suficiente a los trabajadores con riesgos particulares especiales.

Los NA relativos a efectos directos se derivan de los VLE correspondientes mediante el uso de programas informáticos de modelado y sobre la base del supuesto más desfavorable. El proceso para la selección de niveles de actuación relativos a efectos directos se ilustra en el diagrama de flujo de la figura 9.

La Directiva define VLE independientes relacionados con efectos en la salud y con efectos sensoriales (figura 10). Los VLE relacionados con efectos sensoriales solo se aplican a unos intervalos de frecuencia determinados (0-400 Hz y 0,3-6 GHz). A bajas frecuencias, la percepción del campo se produce a niveles de exposición inferiores a los que provocan efectos en la salud. Los VLE relacionados con efectos sensoriales térmicos se basan en la prevención del efecto auditivo por microondas, que solo se produce en condiciones específicas. Por el contrario, los VLE relacionados con efectos en la salud se aplican en todas las frecuencias. En general, se permite superar temporalmente los VLE relacionados con efectos sensoriales durante períodos breves de tiempo, siempre que se cumplan ciertas condiciones.

Los campos magnéticos estáticos se mantienen constantes en el tiempo, no se ven afectados por los tejidos del cuerpo humano y por lo tanto son idénticos dentro y fuera del cuerpo. En este caso, el correspondiente VLE es fácilmente verificable por medición directamente del campo estático en el lugar de trabajo.

Los NA se establecen también para las corrientes de contacto (corriente eléctrica atravesando el cuerpo debida al contacto con un objeto conductor cargado por la influencia de un campo EM) y para las corrientes inducidas en las manos y los brazos. Otros NA tienen como objetivo limitar y evitar las descargas de chispas en el puesto de trabajo.

La Directiva también ha previsto el NA para la inducción magnética para protegerse contra el riesgo de la proyección física de los objetos ferromagnéticos y también para evitar el riesgo de interferencias electromagnéticas (EMI) con dispositivos médicos activos implantados en el cuerpo.

En cuanto a los riesgos asociados con los efectos térmicos, en las frecuencias entre 100 kHz y 300 GHz, los NA tienen por objeto prevenir los efectos sobre la salud y son casi idénticos a los previstos en la anterior Directiva 2004/40 /CE. Sin embargo, en la parte inferior del espectro, entre de 1 Hz y 10 MHz, la nueva Directiva introduce dos perfiles nuevos de VLE y NA:

- VLE relativos a los efectos sobre la salud (riesgo de estimulación del sistema nervioso) y los correspondientes NA altos.
- VLE relativos a los efectos sensoriales limitados a las frecuencias de 1 Hz a 400 Hz y los correspondientes NA bajos.

En relación con el campo eléctrico de 1 Hz a 10 MHz, los correspondientes NA están diseñados para limitar el riesgo de generar chispas en el entorno de trabajo. Los altos NA de 1 Hz a 10 MHz también permiten, si son respetados, evitar la creación de descargas (chispas) entre las estructuras no expuestas a un campo eléctrico en el entorno de trabajo, siempre que se tomen ciertas precauciones, como la conexión sistemática de estas estructuras a tierra o asegurar una equipotencialidad entre el trabajador y las estructuras circundantes.

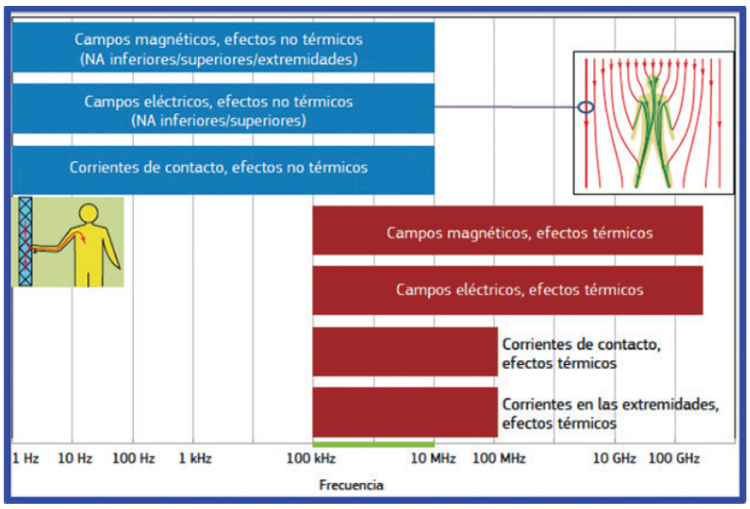


Figura 8: Intervalos de frecuencias a los que se aplican distintos niveles de actuación (NA). Las barras azules indican efectos no térmicos y las rojas, efectos térmicos.

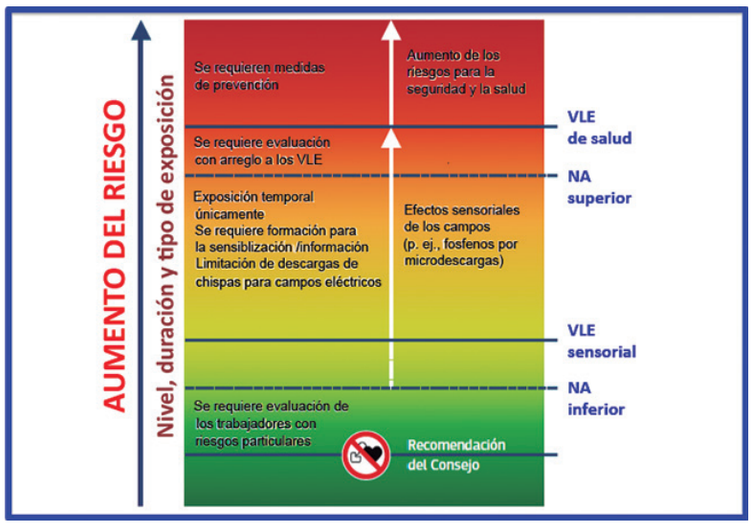


Figura 9: esquema de la relación entre los valores límite de exposición (VLE) y los niveles de actuación (NA).

## Soluciones

Las soluciones necesarias para asegurar el cumplimiento de los límites VLE y NA pueden ser:

- elección de equipos que generen menos emisiones radiadas
- otros métodos de trabajo
- una reducción de la exposición con la instalación de blindajes
- limitación o control de acceso con señalización
- limitación de la duración de la exposición
- distanciamiento del puesto de trabajo del generador del campo
- uso de equipos de protección individual (EPI)

Todas estas soluciones en conjunto deben adaptarse a los trabajadores expuestos a riesgos especiales, como los portadores de implantes o como las mujeres embarazadas. En todos los casos, en que los lugares o la exposición sean susceptibles de sobrepasar los NA, deben identificarse los VLE, señalizarse y tener un acceso limitado, si es necesario, en relación a los efectos sensoriales que pueden superarse de forma temporal. Estos casos deben comunicarse a los trabajadores más preocupados por la posibilidad de tener síntomas pasajeros y sensaciones relacionadas con los efectos sobre el sistema nervioso central y periférico.

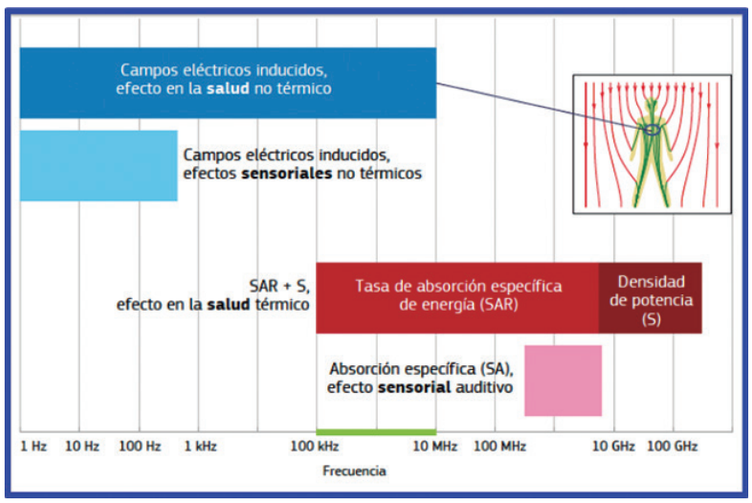


Figura 10 : Intervalos de frecuencias a los que se aplican distintos valores límite de exposición (VLE). Las barras azules indican efectos no térmicos y las rojas, efectos térmicos.

Nunca deben excederse los VLE relacionados con los efectos sobre la salud, salvo en casos específicos supervisados por la Directiva a través de un proceso derogativo.

La prevención recomienda no exceder los NA bajos. Si se exceden estos niveles, las medidas preventivas deben ser aplicadas de inmediato. El empleador deberá adoptar las medidas o soluciones necesarias para garantizar que los riesgos de los campos EM en el lugar de trabajo serán eliminados o minimizados, teniendo en cuenta la disponibilidad de medidas de control de la generación de los campos EM en su generador.

Si, a pesar de estas precauciones, en el análisis de riesgos se superan los VLE, esto se puede permitir, siempre que el Estado miembro lo autorice sobre la base de la justificación de las circunstancias específicas, tales como:

- la demostración del sobrepaso de los VLE.
- la aplicación de todas las medidas técnicas y de organización, teniendo en cuenta el estado de los conocimientos del momento.
- teniendo en cuenta las características particulares del lugar de trabajo, del material o de las prácticas habituales
- la protección de los trabajadores contra los efectos nocivos para la salud y los riesgos para la seguridad.

## Normas recomendadas

En el contexto de la Directiva 2013/35/UE, algunas de las normas existentes que se recomienda considerar son las siguientes:

- UNE-EN 357:2004: Evaluación de la exposición humana a los campos electromagnéticos emitidos por los dispositivos utilizados para la Vigilancia Electrónica de Artículos (EAS), Identificación por Radiofrecuencia (RFID) y aplicaciones similares.
- UNE-EN 360:2001/A1:2012: Norma de producto para demostrar la conformidad de los teléfonos móviles con las restricciones básicas relacionadas con la exposición de las personas a los campos electromagnéticos (300 MHz - 3 GHz).

- UNE-EN 364:2010: Limitación de la exposición humana a los campos electromagnéticos emitidos por los dispositivos que funcionan en el rango de frecuencias de 0 Hz a 300 GHz, utilizados para la vigilancia electrónica de artículos (EAS), identificación por radiofrecuencia (RFID) y similares.
- UNE-EN 366:2003: Aparatos electrodomésticos y análogos. Campos electromagnéticos. Métodos de evaluación y de medición.
- UNE-EN 384:2005: Norma de producto para demostrar la conformidad de las estaciones base de radio y estaciones terminales fijas para sistemas de telecomunicación inalámbricos con las restricciones básicas o los niveles de referencia relativos a la exposición humana a campos electromagnéticos de radiofrecuencia (110 MHz - 40 GHz). Trabajadores.
- UNE-EN 385:2004: Norma de producto para demostrar la conformidad de las estaciones base de radio y estaciones terminales fijas para sistemas de telecomunicación inalámbricos con las restricciones básicas o los niveles de referencia relativos a la exposición humana a campos electromagnéticos de radiofrecuencia (110 MHz - 40 GHz). Público en general.
- UNE-EN 50392:2005: Norma genérica para demostrar el cumplimiento de aparatos eléctricos y electrónicos con las restricciones básicas relativas a la exposición humana a los campos electromagnéticos (0 Hz - 300 GHz).
- UNE-EN 50400:2008/AC:2012: Norma básica para demostrar la conformidad de los equipos fijos de transmisión de radio (110 MHz - 40 GHz) destinados al uso en redes de telecomunicación inalámbricas con restricciones básicas o niveles de referencia relativos a la exposición del público en general a los campos electromagnéticos de radiofrecuencia, cuando se ponen en servicio.
- UNE-EN 50413:2008: Norma básica para procedimientos de medición y cálculo de la exposición humana a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz - 300 GHz)
- UNE-EN 50444:2008: Norma básica para la evaluación de la exposición humana a los campos electromagnéticos de los equipos de soldadura por arco y procesos afines.
- UNE-EN 50445:2008: Norma de familia de producto para demostrar el cumplimiento del equipo de soldadura por resistencia, soldadura por arco y técnicas afines con las restricciones básicas relativas a la exposición humana a los campos electromagnéticos (0 Hz - 300 GHz).
- UNE-EN 50496:2009: Determinación de la exposición de los trabajadores a campos electromagnéticos y evaluación de riesgos en un emplazamiento de radiodifusión.
- UNE-EN 50499:2009: Procedimiento para la evaluación de la exposición de los trabajadores a los campos electromagnéticos
- UNE-EN 50500:2009: Procedimientos de medida de los niveles de campos magnéticos generados por aparatos eléctricos y electrónicos en entorno ferroviario en relación a exposición humana.
- UNE-EN 50505:2008: Norma básica para la evaluación de la exposición humana a los campos electromagnéticos de los equipos de soldadura por resistencia y procesos afines.
- UNE-EN 50519:2011: Evaluación de la exposición de los trabajadores a los campos eléctricos y magnéticos emitidos por los equipos industriales de calentamiento por inducción.
- UNE-EN 62110:2013/AC:2015: Campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de alimentación en corriente alterna. Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general.
- UNE-EN 12198:2001+A1:2008: Seguridad de las máquinas. Evaluación y reducción de los riesgos debidos a las radiaciones emitidas por las máquinas. Parte 1: Principios generales. Parte 2: Procedimiento de medición de la radiación emitida. Parte 3: Reducción de radiaciones mediante atenuación o apantallamiento.

## Conclusiones

La presencia de los campos EM incluidos en el ámbito de la Directiva 2013/35/UE sobre campos electromagnéticos es una realidad en el mundo desarrollado, ya que se generan cada vez que se utiliza la electricidad en los equipos eléctricos y electrónicos. Para la mayoría de los trabajadores, las intensidades de campo se encuentran a un nivel que no causan efectos nocivos. No obstante, en algunos lugares de trabajo específicos, las intensidades de campo pueden suponer un riesgo y la Directiva se ha elaborado para garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores en estas situaciones. Una de las principales dificultades a las que se enfrentan los empresarios es cómo saber si tienen que tomar más medidas concretas o no. Las guías de aplicación de la Directiva ayudan a interpretarla y a cumplirla.

*REFERENCIAS*


- *Directiva Europea 2013/35/UE*
- *"Guía no vinculante de buenas prácticas para la aplicación de la Directiva 2013/35/UE sobre campos EM": Guía para las pymes*
- *"Guía no vinculante de buenas prácticas para la aplicación de la Directiva 2013/35/UE sobre campos EM" : Volumen 1: Guía práctica*
- *"Guía no vinculante de buenas prácticas para la aplicación de la Directiva 2013/35/UE sobre campos EM" : Volumen 2: Casos prácticos*
- *Paolo Vecchia, "Scientific Rationale Of ICNIRP Guidelines", National Institute of Health, Rome, Italy Chairman of ICNIRP*
- *Richard Findlay, "Introduction to the EMF Directive 2013/35/UE", Electromagnetic Field Computing*
- *Pete Dorey, "Introduction to new Physical Agents Directive for Electromagnetic Fields (EMF) Presentation", TÜV SUD*


CEMDAL