

Ropa conductora											
Denominación	Normas técnicas aplicables	Propiedades conductoras									
Ropa conductora	UNE-EN IEC 60895. Trabajos en tensión. Ropa conductora	<p>Ensamblada a partir de una prenda conductora (chaquetas o pantalones o conjuntos que forman una prenda de una sola pieza) y a partir de componentes conductores (guantes, capuchas o cascos, zapatos o botas, medias y calcetines). Se definen requisitos específicos de resistencia para la prenda y cada uno de los componentes. Se define según dos parámetros: La tensión máxima:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Clase</th> <th>Vca (kV)</th> <th>Vcc (kV)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>≤800</td> <td>≤600</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>≤1000</td> <td>≤800</td> </tr> </tbody> </table> <p>Las partes componentes también deben respetar la clase de tensión máxima. La máxima tensión de uso<sup>(11)</sup> según condiciones de ensayo para la eficiencia del apantallamiento<sup>(12)</sup></p>	Clase	Vca (kV)	Vcc (kV)	1	≤800	≤600	2	≤1000	≤800
Clase	Vca (kV)	Vcc (kV)									
1	≤800	≤600									
2	≤1000	≤800									

## Utilización y mantenimiento de EPI en presencia de CEM



Con carácter general para el almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección se deben **seguir las indicaciones facilitadas por el fabricante en el manual de instrucciones del EPI.**

Debe considerarse si el equipo de protección individual que se lleva para prevenir otros riesgos es compatible con los derivados de la presencia de CEM intensos. Por ejemplo, el uso de botas de seguridad con punteras de acero puede ser inadecuado en un entorno con fuertes campos magnéticos estáticos, mientras que los campos magnéticos de baja frecuencia, si son lo bastante intensos, calentarán la pieza de acero. También pueden identificarse problemas con los EPI que incorporen dispositivos electrónicos como puede ser el caso de los protectores auditivos activos.

Se debe prestar especial atención a la limpieza y estado de deterioro de la suela del calzado conductor o disipativo en tanto que es un elemento esencial para conseguir la adecuada puesta a tierra de la persona (junto con el suelo conductor) en zonas con riesgo de atmósfera explosiva. En esta misma línea se deben vigilar todas aquellas superficies de los EPI que contribuyen al permanente contacto con tierra.

En relación con el uso de ropa conductora hay que tener en cuenta que puede introducir nuevos riesgos al dificultar el movimiento o la pérdida de calor de la persona trabajadora que la lleve.



(11) Tensión fase a fase de corriente alterna (CA) o continua (CC) de la ropa conductora que el fabricante puede declarar según clase.

(12) Logaritmo en base 10 de la relación de la corriente total inyectada en la ropa conductora y el cuerpo a la corriente que fluye solo en el cuerpo.

## Referencias

- Real Decreto 299/2016, de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos.
- Reglamento (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de marzo de 2016 relativo a los equipos de protección individual y por el que se deroga la Directiva 89/686/CEE del Consejo.
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos derivados de la exposición a campos electromagnéticos en los lugares de trabajo.
- Guía técnica para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual.
- Guía no vinculante de buenas prácticas para la aplicación de la Directiva 2013/35/UE sobre campos electromagnéticos Volumen 1: Guía práctica.
- DIN 32780-100:2002-3. Protective clothing – Part. 100. Protection against electromagnetic fields in the frequency range from 80 MHz to 1 GHz. Requirement and test methods.
- UNE-EN 16350:2014. Guantes de protección. Propiedades electrostáticas.
- UNE-EN 1149-5:2018. Ropas de protección. Propiedades electrostáticas. Parte 5: Requisitos de comportamiento de material y diseño. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en noviembre de 2018.)
- UNE-EN ISO 20345:2012. Equipo de protección individual. Calzado de seguridad.
- UNE-EN ISO 20346:2014. Equipo de protección personal. Calzado de protección.
- UNE-EN ISO 20347:2013. Equipo de protección personal. Calzado de trabajo.
- UNE-EN 50365:2003. Cascos eléctricamente aislantes para utilización en instalaciones de baja tensión.
- UNE-EN 60903:2005. Trabajos en tensión. Guantes de material aislante.
- UNE-EN 60984:1995. Manguitos de material aislante para trabajos en tensión.
- UNE-EN 60984/A1:2003. Manguitos de material aislante para trabajos en tensión.
- UNE-EN 50286:2000. Ropa aislante de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión.
- UNE-EN 50286:2000 CORR:2005. Vestimentas aislantes de protección para instalaciones de baja tensión.
- UNE-EN 50321-1:2018. Trabajos en tensión. Calzado de protección eléctrica. Parte 1: Calzado y cubrebotas aislantes.
- UNE-EN 50321-1:2018/AC:2018-08. Trabajos en tensión. Calzado de protección eléctrica. Parte 1: Calzado y cubrebotas aislantes.
- UNE-EN 60895:2005. Trabajos en tensión. Ropa conductora para trabajos en tensión hasta 800 kV de tensión nominal en corriente alterna y ± 600 kV en corriente continua.
- UNE-EN IEC 60895:2020. Trabajos en tensión. Ropa conductora<sup>13</sup>.

[1] INSST, 2020. NTP 1138. Equipos de protección individual disipativos en zonas con riesgo de explosión (I): criterios generales de selección.

[2] INSST, 2020. NTP 1139. Equipos de protección individual disipativos en zonas con riesgo de explosión (II): selección, uso y mantenimiento.

[3] INSST, 2020. EPI disipativos en zonas con riesgo Atex. Evita que “salte la chispa”. María del Carmen García Vico. Seguridad y Salud en el Trabajo, Nº 103, Junio 2020, p. 37-44.

[4] INSHT, 2010. NTP 887. Calzado y ropa de protección “antiestáticos”.

[5] INSSBT, 2018. Con paso firme. Calzado de protección frente al riesgo eléctrico. Folleto F.28.1.18.

(13) Esta norma anulará y sustituirá a la norma UNE-EN 60895:2005 antes del 26/05/2023; hasta ese momento ambas estarán en vigor.

**Autor:** Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

**Elaborado por:**

María del Carmen García Vico

Centro Nacional de Medios de Protección (CNMP) – INSST

**NIPO (en línea):** 118-22-062-5



F. 65.1.22

# TRABAJANDO EN ONDA

# SIEMPRE ATENTO



**Equipos de protección individual frente a los riesgos directos e indirectos derivados de la exposición a campos electromagnéticos**



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL



Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

# Exposición a campos electromagnéticos

Los campos electromagnéticos (CEM) se producen continuamente en entornos naturales (campo magnético terrestre, tormentas eléctricas, etc.) si bien, también son generados por fuentes artificiales, muchas de ellas presentes en algunos sectores de actividad, entre los que encontramos el industrial (electrólisis, soldadura, hornos de fundición, etc.), investigación, comunicación, sanitario (toma de imágenes por resonancia magnética, diatermia para uso fisioterapéutico o quirúrgico, estimulación magnética transcranial), generación, transporte y distribución de electricidad, navegación aeronáutica y marítima, radiodifusión y seguridad.

El Real Decreto 299/2016<sup>(1)</sup> tiene por objeto la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores de los efectos causados por la exposición a CEM teniendo en cuenta que estos riesgos son los debidos a los efectos biofísicos directos conocidos y a los efectos indirectos causados por los campos electromagnéticos<sup>(2)</sup>.

## Efectos biofísicos directos

Son el resultado de la interacción directa de los CEM con el cuerpo humano. Se clasifican en:

- Efectos térmicos (alta frecuencia, de 100 kHz a 300 GHz): producen el calentamiento del tejido expuesto a través de la absorción de energía.
- Efectos no térmicos (frecuencias bajas y medias, de 0 a 10 MHz): generan hormigueos en las extremidades, náuseas, vértigos e inducción de corrientes de naturaleza circular en el interior del organismo que pueden llegar a producir la estimulación de músculos y nervios.

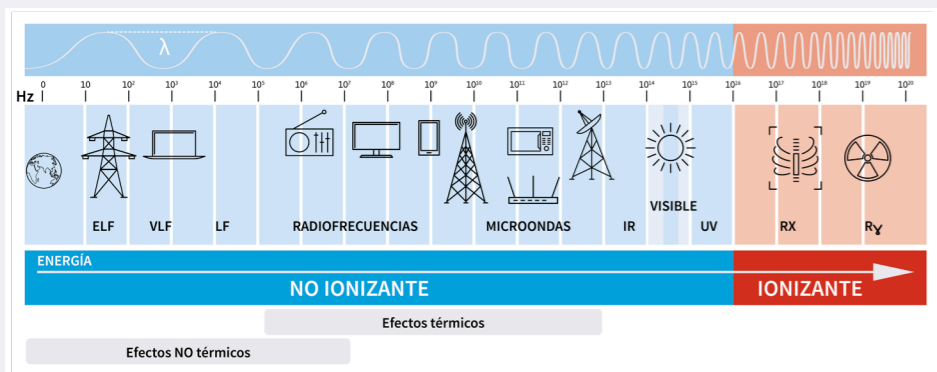


Fig. 1 - Espectro electromagnético, aplicaciones y efectos asociados.

## Efectos indirectos

Son causados por la presencia de un objeto en un CEM que pueda entrañar un riesgo para la seguridad y la salud. Son muy variados e incluyen:

- Interferencias con equipos y dispositivos médicos electrónicos (incluidos los marcapasos cardíacos y otros implantes o dispositivos médicos corporales).
- Riesgo de proyección de objetos ferromagnéticos en campos magnéticos estáticos.
- Activación de dispositivos electro-explosivos (detonadores).
- Incendios y explosiones resultantes del encendido de materiales inflamables debido a chispas causadas por campos inducidos, corrientes de contacto o descargas de chispas.
- Corrientes de contacto.

## Control de los riesgos derivados a la exposición a CEM

La empresa está obligada a evaluar los riesgos derivados de la exposición a CEM en el lugar de trabajo. En este sentido, dependiendo de los resultados obtenidos, deberá diseñar un plan de acción que contemplará tanto las medidas técnicas como organizativas de reducción de la exposición a CEM, pudiendo requerir entre ellas, el uso de equipos de protección individual (EPI) específicos.

La elección del EPI adecuado dependerá de la situación concreta y de la naturaleza de los riesgos que los que se desea proteger, de modo que la evaluación de riesgos determinará qué EPI o conjunto de ellos será necesario, así como el nivel de protección que debe ofrecer.

(1) Real Decreto 299/2016, de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos.

(2) No incluye los riesgos derivados de los efectos a largo plazo por falta de evidencia científica.

# EPI frente a CEM

Conforme al Reglamento (UE) 2016/425 los EPI deben satisfacer los requisitos esenciales de salud y seguridad (RESS) establecidos en su Anexo II que les sean de aplicación. En el caso que nos ocupa el Reglamento solo recoge RESS para alguno de los riesgos derivados de posibles efectos indirectos de los CEM: EPI destinados a ser utilizados en atmósferas potencialmente explosivas, equipos aislantes y equipos conductores.

En la actualidad **no existen normas técnicas armonizadas en base a las cuales se pueda certificar un EPI con protección frente a CEM**, si bien podemos encontrarlos certificados respecto a otras especificaciones técnicas. No obstante, con carácter general es relativamente sencillo ofrecer protección eficaz frente a los campos eléctricos, no así frente a los campos magnéticos. Además, la eficacia de la protección personal dependerá de la frecuencia del campo, es decir, equipos adecuados para un intervalo de frecuencias, pueden resultar no serlo para otro.

### En el mercado, conforme con lo ya expuesto, podremos encontrar:

**1 Ropa conductora** que ofrece apantallamiento basado en el principio de jaula de Faraday asegurando la continuidad eléctrica entre sus componentes, así como la reducción del campo eléctrico en bajas frecuencias.

Efectos directos (campos eléctricos)		
<b>Bajas frecuencias</b> 50 – 60 Hz	Ropa conductora <sup>(3)</sup>	UNE-EN IEC 60895. Trabajos en tensión. Ropa conductora

**2 Ropa protectora** que cumple las especificaciones de la norma alemana DIN 32780-100, para su uso contra campos electromagnéticos de alta frecuencia.

Efectos directos (CEM)		
<b>Altas frecuencias</b> 80 MHz a 1 GHz	Ropa protectora	DIN 32780-100. Protective clothing – Part. 100. Protection against electromagnetic fields in the frequency range from 80 MHz to 1 GHz. Requirement and test methods

**3 EPI frente a los riesgos derivados de algunos de los posibles efectos indirectos de los CEM.**

Efectos indirectos	EPI de aplicación
Activación de dispositivos electro-explosivos (detonadores). Incendios y explosiones resultantes del encendido de materiales inflamables debido a chispas causadas por campos inducidos, corrientes de contacto o descargas de chispas	EPI disipativos de la carga
Corrientes de contacto	EPI frente al choque eléctrico. Ropa conductora <sup>(3,4)</sup>



(3) Presenta una resistencia eléctrica muy baja y, además, se utiliza para el apantallamiento eléctrico de la persona durante la realización de trabajos a potencial con elementos a tensiones muy elevadas.

(4) Se considera que forma un grupo independiente de los EPI frente al choque eléctrico ya que su principio de funcionamiento es opuesto a ellos.

A continuación, se destacan alguna de las propiedades que facilitan la selección y uso<sup>(5)</sup> de alguno de los EPI referidos.

EPI disipativos de la carga <sup>(6,7)</sup>		
Denominación	Normas técnicas aplicables	Propiedades disipativas
<b>Guantes antiestáticos</b>	UNE-EN 16350. Guantes de protección. Propiedades electrostáticas	Resistencia vertical: (Rv) < 10 <sup>8</sup> Ω
<b>Ropa de protección antiestática<sup>(8)</sup></b>	UNE-EN 1149-5. Ropa de protección. Propiedades electrostáticas. Parte 5: Requisitos de comportamiento de material y diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material homogéneo: Resistencia superficial (Rs) ≤ 2,5 · 10<sup>9</sup> Ω.</li> <li>• Material heterogéneo (por ejemplo, tejidos de fibras con alma conductora):                             <ul style="list-style-type: none"> <li>» Tiempo de semidisipación de carga (t<sub>50%</sub>) &lt; 4 s. o bien</li> <li>» Factor de protección S &gt; 0,2</li> </ul> </li> </ul>
<b>Calzado conductor/ antiestático<sup>(8,9)</sup></b>	UNE-EN ISO 20345. Equipo de protección individual. Calzado de seguridad UNE-EN ISO 20346. Equipo de protección personal. Calzado de protección UNE-EN ISO 20347. Equipo de protección personal. Calzado de trabajo	Dentro de las características adicionales del calzado de seguridad, trabajo o protección se pueden encontrar, entre otros, dos tipos de calzado: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzado conductor:               <ul style="list-style-type: none"> <li>» Límite superior de resistencia: 10<sup>5</sup> Ω.</li> <li>» Identificación en el marcado con un símbolo C.</li> </ul> </li> <li>• Calzado antiestático:               <ul style="list-style-type: none"> <li>» Límite de resistencia &gt; 10<sup>5</sup> y ≤ 10<sup>9</sup> Ω.</li> <li>» Identificación en el marcado con un símbolo A.</li> <li>» Valor de resistencia eléctrica mínima frente al choque eléctrico hasta voltajes de 250 V</li> </ul> </li> </ul>

EPI frente al choque eléctrico			
Denominación	Normas técnicas aplicables	Protección dieléctrica ofrecida	
<b>Casco aislante de la electricidad</b>	UNE-EN 50365. Cascos eléctricamente aislantes para su utilización en instalaciones de baja tensión <sup>(10)</sup>	<b>Clase</b>	<b>Vca (V)</b>
		0	≤1000
<b>Guantes aislantes</b>	UNE-EN 60903. Trabajos en tensión. Guantes de material aislante	<b>Clase</b>	<b>Vca (kV)</b>
		00	≤ 0,5
<b>Manguitos aislantes</b>	UNE-EN 60904. Manguitos de material aislante para trabajos en tensión	<b>Clase</b>	<b>Vcc (kV)</b>
		0	≤1,5
		1	≤7,5
		2	≤17
		3	≤26,5
<b>Calzado y cubrebotas aislantes<sup>(9)</sup></b>	UNE-EN 50321-1. Trabajos en tensión. Calzado de protección eléctrica. Parte 1: Calzado y cubrebotas aislantes	<b>Clase</b>	<b>Vca (kV)</b>
		00	< 0,75
		≤ 0,75	≤1
		≤1,5	≤7,5
		≤11,25	≤17
<b>Ropa aislante de la electricidad</b>	UNE-EN 50286. Ropa aislante de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión	<b>Clase 00</b>	Vca ≤500 V
			Vcc ≤ 750 V

(5) Información adicional en el Apéndice 4 de la Guía técnica para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

(6) La adecuada puesta a tierra de la persona trabajadora es la principal e inexcusable protección contra las descargas electrostáticas de o hacia personas, independientemente del uso de EPI disipativos.

(7) Para más información sobre EPI disipativos en zonas con riesgo de explosión consulte documentos [1], [2] y [3] reseñados en REFERENCIAS.

(8) Para más información sobre calzado y ropa de protección “antiestática” consulte documento [4] reseñado en REFERENCIAS.

(9) Para más información sobre calzado de protección frente al riesgo eléctrico consulte documento [5] reseñado en REFERENCIAS.

(10) La norma UNE-EN 50365. Cascos eléctricamente aislantes para su utilización en instalaciones de baja tensión está siendo revisada. Se trabaja en PNE-pr EN 50365. *Live working. Electrically insulating helmets for use on low and medium voltage installations* que establecerá 4 clases eléctricas, en función del voltaje, en corriente alterna (00, 0, 1, 2) y 2 clases para corriente continua (00, 0).