



## RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS NO IONIZANTES EN LA ARMADA

Luis Francisco SÁNCHEZ ÁLVAREZ  
Ingeniero de Telecomunicación



**RESUMEN:** un buque de guerra moderno es una plataforma que alberga diferentes sistemas electrónicos operando en multitud de frecuencias y con potencias que pueden llegar a alcanzar megavatios. Todos los sistemas electrónicos que transmiten señales generan radiaciones electromagnéticas (denominadas RADHAZ) que pueden afectar negativamente a la dotación embarcada, por lo que es necesario conocer a qué se está expuesto en todo momento para que se puedan tomar las medidas oportunas. Este artículo pretende describir la legislación que se ha de cumplir frente a las fuentes

emisoras en una plataforma militar naval para asegurar la protección de las personas. Se centra en un buque al disponer de la mayor complejidad de sistemas y engloba absolutamente toda la casuística, pero también es aplicable a dependencias de tierra (estaciones radio), vehículos terrestres y aeronaves.

Palabras clave: RADHAZ, HERP, *electromagnetic exposure, ship, vessel.*

## Introducción

Después de más de catorce años trabajando como ingeniero en el ámbito de los campos electromagnéticos no ionizantes, divididos entre la empresa



Vista de proa.

privada, dos años, y los últimos doce en el Centro de Estudios y Medidas Electromagnéticas (CEMEDEM) de la Armada, pretendo con este artículo dar a conocer los riesgos ocasionados por las fuentes emisoras de campos electromagnéticos en el ámbito militar, y la legislación, debidamente actualizada, que regula los niveles a los que puede estar expuesto el personal, aprovechando para ello la próxima entrada en vigor de la Directiva Europea que regula los niveles de los campos electromagnéticos.

En la actualidad, los buques de guerra modernos disponen de una gran cantidad de equipos y sistemas electrónicos, dando lugar a un complejo entramado de emisiones electromagnéticas de diversas características de frecuencia y potencia. En esta primera ilustración pueden verse todos los sistemas radiantes del último y más moderno de nuestros buques, la fragata *Cristóbal Colón* (F-105).



Vista desde popa del mástil de la *F-105*. (Foto: Archivo fotográfico del CEMEDM).

Los sistemas transmisores instalados a bordo generan radiación electromagnética (*ElectroMagnetic Radiation*, EMR), produciendo riesgos de radiación peligrosa conocidos como *RADiation HAZards*, RADHAZ. Por ello, es necesario garantizar la seguridad frente a la EMR tanto para el personal (*Hazards of Electromagnetic Radiation to Personal*, HERP) como para los combustibles y otros materiales inflamables (*Hazards of Electromagnetic Radiation to Fuel*, HERF), para la munición y sistemas de armas con dispositivos eléctrico-explosivos (*Hazards of Electromagnetic Radiation to Ordnance*, HERO) y para los sistemas electrónicos de seguridad crítica (1). Además de en los buques, hay que tener en cuenta el mismo tipo de riesgos en dependencias de tierra donde se encuentre cualquier fuente emisora de radiación, así como en los vehículos que monten equipos de comunicaciones y/o guerra electrónica (tanto terrestres como aéreos).

Analizaremos solamente las radiaciones no ionizantes, que son aquellas cuya energía es demasiado baja para ionizar la materia, y de ellas las de aque-

---

(1) North Atlantic Treaty Organization, *Nato Naval Radio and Radar Radiation Hazard Manual AECF-02(D) STANAG 1380 Ed. 5 draft*. The NATO Standardization Office (NSO), 2014.



Tipos de radiación: ionizante vs. no ionizante. (Fuente: [www.educ.ar](http://www.educ.ar)).

Las fuentes cuyas emisiones están comprendidas desde 0 Hz (campos estáticos) hasta frecuencias de 300 GHz. En este margen de radiación se incluyen las generadas por: líneas de alta tensión, equipos de comunicaciones, radares, direcciones de tiro, contramedidas... Por el contrario, las ionizantes son aquellas que poseen la energía suficiente como para liberar electrones de los átomos, alterando los enlaces. En la anterior ilustración (2) puede verse una comparativa de radiaciones ionizantes frente a no ionizantes en función de la frecuencia de transmisión. En nuestro ámbito, el militar, tal y como se acaba de exponer, predominan las fuentes no ionizantes, por lo que serán las que abordemos.

## Desarrollo

Antes de hacer un estudio de la normativa que establece los límites a los que las personas pueden estar expuestas, conviene que se indiquen los efectos que pueden producir, para poder ser capaces de saber cómo se manifiestan. En primer lugar tenemos los efectos biofísicos directos, que son los causados directamente sobre el cuerpo humano por su presencia en un campo electromagnético; estos se manifiestan como (3): efectos térmicos (calentamiento de

(2) Educ.ar, <https://www.educ.ar> (en línea). Available: [https://www.educ.ar/dinamico/UnidadHtml\\_\\_get\\_\\_49690e2a-e366-41d2-834e-593e89deae06/rni.educ.ar/campos-electromagneticos/diferencia-campos-electromagneticos-no-ionizantes-radacion-ionizante.html](https://www.educ.ar/dinamico/UnidadHtml__get__49690e2a-e366-41d2-834e-593e89deae06/rni.educ.ar/campos-electromagneticos/diferencia-campos-electromagneticos-no-ionizantes-radacion-ionizante.html). (Último acceso: 12 marzo de 2016).

(3) Diario Oficial de la Unión Europea, Directiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de Junio de 2013, sobre las disposiciones mínimas de salud y seguridad rela-

los tejidos), efectos no térmicos (estimulación de los músculos, nervios u órganos sensoriales) y corrientes en las extremidades. En segundo lugar, los efectos indirectos, que se definen como aquellos causados por la presencia de un objeto en un campo electromagnético que pueda entrañar un riesgo para la salud o la seguridad (3), se manifiestan como interferencias con equipos y dispositivos médicos electrónicos, riesgo de proyección de objetos ferromagnéticos en campos magnéticos, activación de dispositivos electro-explosivos, incendios y explosiones de materiales inflamables (HERF), corrientes de contacto... Tal y como se puede ver los posibles riesgos que pueden generar son considerables y de una gran variedad.

Para la prevención de los riesgos en las personas, RADHAZ HERP, gobiernos y organismos internacionales han establecido diversas legislaciones y estándares, todos ellos caracterizados por introducir un margen de seguridad para el personal. La inmensa mayoría de estos estándares especifican dos límites distintos: entornos controlados con unos niveles de exposición para el público ocupacional (trabajadores) y entornos no controlados con unos niveles de exposición para el público en general. Aquí ya nos aparece una duda, ¿cómo diferenciamos en el ámbito militar entre trabajadores y no trabajadores (público en general)? Responder a esta pregunta no es tarea fácil, ya que no está regulada en ninguna ley esta clasificación. Es un interrogante que se intentara contestar en este artículo.

La legislación española que fija las medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas es el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, que a su vez se basa en los niveles propuestos para el público en general por la Comisión Internacional para la Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP) de 1998 (4). En el ámbito europeo, la Recomendación del Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea de 12 de julio de 1999 (5), adopta los mismos niveles. Recientemente, la directiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2013 (3), establece las disposiciones mínimas de salud y seguridad relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los campos electromagnéticos, fijando unos niveles máximos de exposición. Esta directiva europea, que ha sido traspuesta recientemente por España, recoge que: «Dadas las especificidades de las fuerzas armadas, y para permitirles un funcionamiento y una interoperabilidad efectivos, también en ejercicios militares internacionales conjuntos, los

---

tivas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de agentes físicos (campos electromagnéticos) 2013.

(4) Ministerio de la Presidencia, Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, RCL 2001/2.415, 2.597. BOE núm. 234, de 29 de septiembre de 2001, pp. 36.217 a 36.227.

(5) Consejo de la Unión Europea, Recomendación del Consejo relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz), 1999/519/CEE, de 12 de julio de 1999.

Estados miembros deben aplicar sistemas de protección equivalentes o más específicos, tales como las normas aprobadas internacionalmente, por ejemplo las normas de la OTAN, siempre que se eviten los efectos adversos para la salud y los riesgos para la seguridad».

Los niveles aplicables en el ámbito militar para España se encuentran recogidos en el *Standardization Agreement* (STANAG) 2345 de la NATO Standardization Agency (NSA) (6) y en el STANAG 1380 E3 RADHAZ NATO *Naval Radio and Radar Radiation HAZARD Manual* AECF-02 (1).

El 22 de junio de 2015, mediante publicación en el Boletín Oficial de Defensa, se implantó en España el STANAG 2345 MEDSTD (Edición 4), que incluye grandes cambios con respecto a su versión anterior. La nueva edición se basa en la IEEE Std C95.1-2345™ -2014, donde se identifican distintas zonas de permanencia, acordes a los límites de campo, cualificación/formación del personal y distintos tiempos de medida (permanencia):

- Zona 0: se permite el acceso a todo el personal.
- Zona 1: solamente se permite el acceso a personal formado y conocedor del potencial riesgo.
- Zona 2: solamente se permite el acceso a personal experto.
- Zona 3: restringido el acceso, niveles fuera de límites.

## Reflexiones

Una plataforma naval es una fuente de emisiones radioeléctricas no ionizantes y existe diversa legislación que regula los niveles a los que las personas podemos estar expuestos. La pregunta clave es: ¿para los militares, qué niveles de exposición aplicamos: normativa civil nacional (4), normativa europea para trabajadores (5) o normativa OTAN (1)?

La respuesta no es fácil, ya que se puede entender que un militar, debidamente formado e instruido en los riesgos a los que puede estar sometido por su destino, es un trabajador y como tal aplicarle los niveles de la normativa OTAN, al dejar dicha posibilidad la normativa europea de trabajadores. Pero el resto del personal militar no sería identificado como trabajador para el riesgo al que está sometido. Siempre que se proponga una solución parcial, hay algún caso que se queda sin tratar.

---

(6) North Atlantic Treaty Organization, *Evaluation and Control of Personnel Exposure to Radio Frequency Fields 3 kHz to 300 GHz* STANAG 2345 Ed. 3. The NATO Standardization Office (NSO), 2003.



## Conclusiones

Lo más fácil, y conservador, es aplicar los niveles de exposición del R. D. 1066/2001 (4), ya que son los más restrictivos con gran diferencia, pero no están pensados para las características de los equipos militares ni para las de un buque de guerra, por lo que aplicarlos es sumamente complejo. Tener en cuenta la normativa europea para trabajadores nos obligaría a identificar y formar al personal civil que pueda estar expuesto a los campos electromagnéticos, y para el personal militar, suponiéndolos trabajadores, aplicar lo recogido en la normativa OTAN.

Son demasiadas suposiciones en algo tan importante como los niveles de exposición a los campos electromagnéticos. Lo ideal es la determinación de distancias de seguridad (cuando sea posible) o zonas identificadas con las tres normativas. Aplicado al caso más sencillo, distancias/zonas de seguridad a una antena: se identificarían distancias de seguridad para cada normativa, teniendo diversas zonas claramente identificadas, la más lejana sería para público en general, la siguiente, más próxima a la antena, para trabajadores, seguida de las zonas para militares, justo en las inmediaciones de la antena. Lo ideal es que la identificación se haga efectuando las correspondientes mediciones y, en caso que no quede otra opción, de forma teórica.

En la Armada, el personal encargado de llevar a cabo estos trabajos son los miembros de la dotación del CEMEDEM, situado físicamente en la Escuela Naval Militar y con dependencia funcional del Ramo Técnico de Sistemas, incluido en la Dirección de Construcciones Navales (DIC) de la Jefatura de Apoyo logístico (JAL).



EUNAVFOR MED, Canarias y Numancia relevando en Augusta. (Foto: D. J. Jiménez Lara).

