

# Campos Electromagnéticos y Salud Pública



Autor: **D. Raúl Fernández Tombilla**

Jefe Provincial de Inspección de Telecomunicaciones en la Jefatura Provincial de Inspección de Telecomunicaciones en Lugo- DGTyTI (MIN.E.T.AD.)

Master Ingeniero en Telecomunicaciones

Ingeniero de Sistemas y Tecnologías de Telecomunicaciones

## Prólogo

A finales del siglo XV nació en Suiza Philippus Aureolus Theophrastus Bombast von Hohenheim. Cuando falleció en Salzburgo cincuenta años más tarde era famoso en Europa y conocido como Paracelso o Theofrasto. En su época, fue relevante porque se creía que había logrado la transmutación del plomo en oro mediante procedimientos alquímicos y por haberle dado al cinc su nombre, llamándolo zincum. Fue contradictorio y egocéntrico hasta en su nombre, ya que lo escogió para sí mismo y significa «igual o semejante a Celso», un médico romano del siglo I.

Su incesante búsqueda de lo nuevo y su oposición a la tradición y a los remedios heredados de los antiguos tiempos le postularon como un médico moderno y adelantado a sus contemporáneos, siendo pionero en la defensa del poder terapéutico de los imanes. Sin embargo, sus conceptos sobre el misticismo y la astrología le mantuvieron en una postura inmovilista sobre los conceptos más arcaicos, entre los que destacan los derivados de su sensibilidad a la importancia de la química en el funcionamiento del cuerpo humano. Argumentaba que si los imanes eran capaces de extraer el hierro, también podrían extraer las enfermedades del cuerpo. Describió y utilizó diversos métodos para extraer la enfermedad y “conectarla a tierra”, teniendo éxito en algunos intentos que, probablemente, fueran debidos más al poder de la imaginación que a las propiedades curativas de los imanes.

El jesuita Maximilian Hell, profesor de Astronomía en la Universidad de Viena, trataba a algunos pacientes con imanes moldeados con la forma de la zona enferma. En Viena y en el año 1774, Franz Anton Mesmer, médico amigo de Hell, utilizó imanes para intentar curar a una señora de ataques nerviosos. El éxito que tuvo con el tratamiento sirvió de base para que se diseminara intensamente su teoría sobre el “magnetismo animal”.

Contemporaneamente, las ecuaciones de Maxwell superaron intactas la profunda crítica de la física newtoniana que removió sus cimientos al comienzo de siglo XX. Estas ecuaciones predicen con enorme precisión los resultados de los experimentos de electromagnetismo más refinados, que abarcan desde la astrofísica a las partículas elementales. La capacidad de predicción cuantitativa es el sello irrenunciable de cualquier conocimiento que aspire a ser científico.

Con el desarrollo de la Mecánica Cuántica se abrió una ventana al mundo subatómico y se pudo saber que el magnetismo de la materia es fundamentalmente debido a los espines de los electrones y al de los nucleones, protones y neutrones. El momento magnético del electrón es dos mil veces superior al de protones y neutrones. También existen contribuciones al magnetismo de las corrientes eléctricas, debidas al movimiento orbital de los electrones. Hoy conocemos con certeza

cómo el campo magnético actúa sobre átomos libres y sobre átomos en moléculas y en sólidos sencillos, pero seguimos sin encontrar una explicación sencilla, con capacidad predictiva, del carácter magnético del hierro, a pesar de haber descubierto la interacción de la partícula de Higgs<sup>1</sup> sobre la materia a partir de la energía y la gravedad. También conocemos que una onda electromagnética está formada por paquetes con una energía determinada (quants), llamados fotones, ya que la energía de cada paquete es directamente proporcional a la frecuencia de la onda.

El efecto de las ondas en los sistemas biológicos está determinado por la intensidad del campo y por la cantidad de energía contenida en cada paquete. La Teoría de las Supercuerdas<sup>2</sup> modela las partículas y campos físicos como vibraciones de delgadas cuerdas de energía supersimétricas, las cuales se mueven en un espacio-tiempo de más de cuatro dimensiones.

En los últimos años, han aparecido miles de publicaciones científicas sobre el tema de salud y CEM<sup>3</sup>, con resultados no siempre congruentes. El problema tiene una serie de connotaciones sociales y políticas que contribuyen aún más a la dificultad de encontrar un mínimo consenso a partir de los numerosos artículos publicados sobre el arte, ya que las noticias de los medios se mezclan, en su origen con los trabajos científicos en la formación de opiniones alejadas de los requisitos exigidos por una auténtica opinión científica basada en hechos y evidencias contrastadas. Ante este panorama tan confuso, es de gran utilidad recurrir a Instituciones de prestigio que han elaborado normativas a partir del análisis exhaustivo de la literatura científica como el comité conocido como International Commission Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)<sup>4</sup>, trabajando bajo los auspicios de la Organización Mundial de la Salud (OMS)<sup>5</sup>, estableció los límites de intensidades de CEM para las distintas frecuencias de los mismos tras analizar los artículos publicados. Estos límites se establecen con un amplio margen de precaución.

Después del análisis de una enorme cantidad de datos, la OMS (o WHO en inglés), puede inferirse que no se detectan daños producidos por campos electromagnéticos cuya intensidad se mantiene inferior a un cierto umbral y estos umbrales máximos han sido definidos para los distintos rangos de frecuencias y distancias.

Las sombras de Paracelso y Mesmer continúan gravitando en el entorno del Magnetismo de hoy. Junto a los siempre presentes especuladores filosóficos, otros investigadores más austeros han continuado abriendo el camino del conocimiento científico sobre el magnetismo real de nuestro cuerpo: el asociado a los electrones, protones y corrientes eléctricas que fluyen por nuestras arterias y comunican nuestras neuronas.

Con relación al CEM, se dice que un equipo es electromagnéticamente compatible cuando funciona en un ambiente electromagnético de forma satisfactoria y sin producir interferencias o perturbaciones elec-

1 Más información en [https://es.wikipedia.org/wiki/Bos%C3%B3n\\_de\\_Higgs](https://es.wikipedia.org/wiki/Bos%C3%B3n_de_Higgs)

2 Más información en [https://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa\\_de\\_supercuerdas](https://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_de_supercuerdas)

3 Rama de la tecnología electrónica y de telecomunicaciones que estudia los mecanismos para eliminar, disminuir y prevenir los efectos de acoplamiento entre un equipo eléctrico o electrónico y su entorno electromagnético, aún desde su diseño, basándose en normas y regulaciones, asegurando la confiabilidad y seguridad de todos los tipos de sistemas en el lugar donde sean instalados y bajo un ambiente electromagnético específico.

4 Más información en <http://www.icnirp.org/>

5 Más información en <http://www.who.int/es/>

tr magnéticas que afecten la operación normal de cualquier aparato o dispositivo que se encuentre en ese ambiente.

Este artículo pretende informar sobre las acciones y conclusiones que, a nivel mundial, se han realizado en esta rama de conocimiento científico.



Imagen 1: Metodología de diseño óptimo de CEM (Fuente: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2001-18256>)

## 2. Radiación y CEM

### 2.1 Tipos de Radiaciones

Las ondas de baja frecuencia se denominan campos y las de muy alta frecuencia radiaciones. Cuando se estudian sus efectos biológicos, se distinguen como radiaciones ionizantes y no ionizantes, cuyos mecanismos de interacción con los tejidos vivos son muy diferentes. La ionización es un proceso por el cual los electrones son desplazados de los átomos y moléculas. Este proceso puede generar cambios moleculares potencialmente capaces de dar lugar a lesiones en los tejidos biológicos, incluyendo efectos en el material genético (ADN)<sup>6</sup>. Para que este proceso tenga lugar, es necesaria la interacción con fotones de muy alta energía, como los de los rayos X y rayos gamma. Se dice entonces que son radiaciones ionizantes, y la absorción de un fotón de estas radiaciones puede originar ionización y el consiguiente daño biológico.

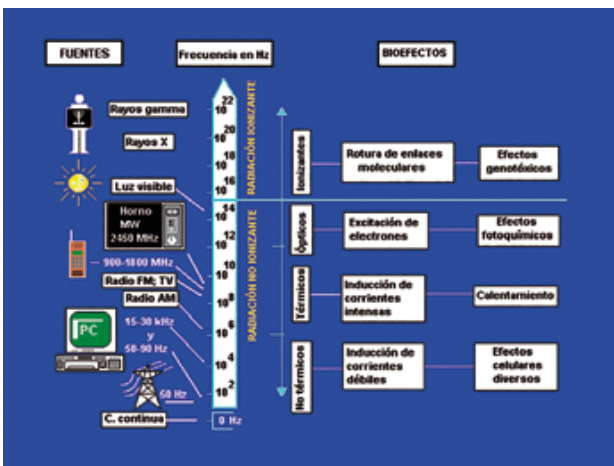


Imagen 2: Relación entre las fuentes de ondas, servicios y bioefectos

Las energías de los fotones asociados con las radiaciones de frecuencias más bajas no son lo suficientemente elevadas como para causar ionización de átomos y moléculas. Es por esta razón que a los CEM de radiofrecuencia, junto con la luz visible, la radiación infrarroja y las radiaciones electromagnéticas de frecuencia extremadamente baja (FEB), se les denomina radiaciones no ionizantes. Las radiaciones no ionizantes comprenden la porción del espectro electromagnético cuya energía no es capaz de romper las uniones atómicas, incluso a intensidades altas. No obstante, estas radiaciones pueden ceder energía suficiente, cuando inciden en los organismos vivos, como para producir efectos térmicos (de calentamiento) tales como los inducidos por las microondas. También, las radiaciones no ionizantes intensas de

frecuencias bajas pueden inducir corrientes eléctricas en los tejidos, que pueden afectar al funcionamiento de células sensibles a dichas corrientes, como pueden ser las células musculares o las nerviosas. Algunos estudios experimentales, realizados generalmente sobre cultivos de células, han mostrado respuestas biológicas a radiaciones no ionizantes demasiado débiles para inducir efectos térmicos o corrientes intensas. Sin embargo, como veremos más adelante, la relevancia de estos resultados en lo que refiere a posibles efectos de los CEM débiles sobre la salud son muy cuestionables. En la imagen 2 se resumen las radiaciones electromagnéticas y sus efectos biológicos en función de su frecuencia.

### 2.2 Tipos de CEM

Refiriéndonos a los CEM no ionizantes, podemos distinguir dos grandes grupos de fuentes de exposición en nuestro entorno:

- Las fuentes que generan campos de frecuencias inferiores a 3 KHz ( $0 \text{ Hz} < f < 3 \text{ KHz}$ ), entre los que se encuentran:
  - Campos estáticos, de 3 a 30 Hz (TLF): Trenes de levitación magnética, sistemas de resonancia magnética para diagnóstico médico y los sistemas electrolíticos en aplicación industrial-experimental.
  - Campos de frecuencias extremadamente bajas, desde 30 a 300 Hz (SLF): Equipos relacionados con la generación, transporte o utilización de la energía eléctrica de 50 Hz, líneas de alta y media tensión y aparatos electrodomésticos (neveras, secadores de pelo, etc.).
  - Desde 300 a 3000 Hz (ULF): Cocinas de inducción, antenas de Radiodifusión en Onda Media (AM) y equipos de soldadura por arco.
- Campos de radiofrecuencias ( $3 \text{ kHz} < f < 300 \text{ GHz}$ ) que, clasificadas por rangos de frecuencia, son las siguientes:
  - Desde 3kHz a 30 kHz (VLF): Antenas de radionavegación y radiodifusión modulada, monitores de ordenador, sistemas antirrobo.
  - Desde 30 kHz a 300 kHz (LF): Pantallas y monitores, antenas de radiodifusión, comunicaciones marinas y aeronáuticas, radiocalización.
  - Desde 300 kHz a 3 MHz (HF): Radioteléfonos marinos, radiodifusión AM, termoselladoras.
  - Desde 3 MHz a 30 MHz: Antenas de radioaficionados, termoselladoras, aparatos para diatermia quirúrgica, sistemas antirrobo. Ondas cortas.
  - Desde 30 MHz a 300 MHz (VHF): Antenas de radiodifusión, frecuencia modulada, radioaficionados, sistemas de TV, sistemas antirrobo, militares, aviación civil.
  - Desde 300 MHz a 3 GHz (UHF): Teléfonos móviles, antenas de estaciones base de telefonía móvil, hornos de microondas, aparatos para diatermia quirúrgica, sistemas antirrobo, sistemas de TV, militares.
  - Desde 3 GHz a 30 GHz (SHF): Antenas de comunicaciones vía satélite, radares, enlaces por microondas.
  - Desde 30 GHz a 300 GHz (EHF): Antenas de radionavegación, radares, antenas de radiodifusión, próximo 5G.

6 Más información en [https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido\\_desoxirribonucleico](https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_desoxirribonucleico)

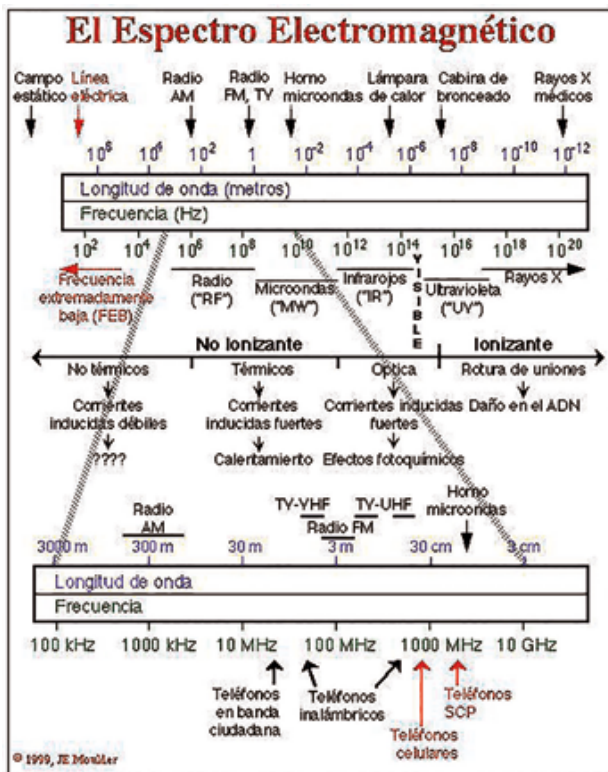


Imagen 3: El espectro electromagnético  
(Fuente: Adaptado de S.M. Mann, T.G. Cooper)

## 2.3 Efectos de los CEM sobre los sistemas biológicos

Un efecto biológico se produce cuando la exposición a los CEM provoca una respuesta fisiológica detectable en un sistema biológico. Un efecto biológico es nocivo para la salud cuando sobrepasa las posibilidades de compensación normales del organismo. Cuando un sistema vivo es sensible a un CEM de una determinada frecuencia la exposición puede generar modificaciones funcionales o incluso estructurales, en el sistema. Por ejemplo, la pupila puede experimentar una contracción cuando el ojo es expuesto a un CEM intenso con frecuencias propias del espectro visible. Nuestro organismo está biológicamente preparado para estas respuestas como parte de sus mecanismos de adaptación al medio. Estas modificaciones, en condiciones normales, son reversibles en el tiempo, de forma que, cuando desaparece el estímulo, el organismo vuelve a su condición de equilibrio inicial. Para que se produzcan alteraciones perjudiciales las modificaciones inducidas tienen que ser irreversibles. Es decir, una vez eliminado el estímulo, el sistema biológico no vuelve a su situación de equilibrio inicial. En este momento, es cuando podemos esperar que el sistema entre en un proceso que conduzca, en el tiempo, a una situación de riesgo de enfermedad.

En los últimos treinta años, programas de investigación de todo el mundo, han realizado avances significativos en la caracterización de las interacciones posibles de los CEM y los organismos vivos, destacando los estudios sobre los efectos biológicos de los CEM y los mecanismos biofísicos implicados en tales efectos.

Las evidencias científicas sobre la salud que están disponibles acerca de los efectos biológicos y de los CEM son muy numerosas. Por ejemplo, en los últimos tres años, se han publicado alrededor de novecientos artículos en revistas científicas internacionales, que a su vez han sido objeto de más de treinta recopilaciones y revisiones realizadas por expertos y recogidas en documentos monográficos, libros y prensa especializada.

A continuación, se describirán las acciones más importantes que, a nivel nacional e internacional, se están realizando sobre este asunto y las importantes conclusiones sobre resultados obtenidos.

La energía depositada en el tejido depende de la potencia de la radiación incidente y del tipo de tejido. La profundidad de penetración de estos campos es mayor cuanto menor sea su frecuencia. Esta absorción de energía puede verse alterada por la presencia de obstáculos en el entorno.

La absorción de la energía de un CEM, por parte de una determinada cantidad de masa de un tejido, se mide en términos de Tasa de Absorción Específica (SAR, en inglés). La unidad de SAR es el vatio por kilogramo de tejido expuesto (W/kg) (Véase punto 2.4).

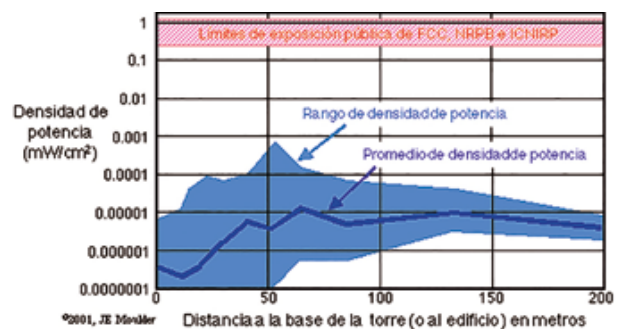


Imagen 4: Relación entre la densidad de potencia y al distancia a la torre o edificio  
(Fuente: Adaptado de S.M. Mann, T.G. Cooper)

Las normativas internacionales de protección radiológica consideran que, en el rango de frecuencias entre 100 KHz y 10 GHz (las más comunes), sólo exposiciones a CEM que dan lugar a valores de SAR superiores a 4 W/kg promediados en todo el cuerpo, son potencialmente capaces de provocar efectos adversos en humanos. Estos efectos dependen del incremento térmico, e incluyen:

- Respuestas fisiológicas tales como: reducción en la habilidad para desarrollar algunas tareas intelectuales o físicas (incrementos térmicos cortos de 1° C).
- Pérdida de fertilidad en varones, daño fetal o inducción de cataratas (incrementos prolongados de 2-3° C). Niveles SAR del citado orden de 4 W/kg. Se han medido a pocos metros de distancia de antenas FM emplazadas en torres elevadas, que son inaccesibles al público.

## 2.4 SAR

El SAR (Specific Absorption Rate)<sup>7</sup> es la tasa de absorción de la potencia radioeléctrica, es decir, la energía, que puede ser absorbida por un tejido sin que sufra efectos perjudiciales.

Para determinar lo que emite una antena de una estación base, se mide la densidad de potencia, que es el valor de la potencia por unidad de superficie W/m<sup>2</sup> de la onda o el valor del campo eléctrico medido en V/m.

La tasa límite de SAR, fijada por las directrices internacionales y el Consejo de la Unión Europea, es de 2,0 W/Kg (La mitad de la mínima que produce afectación). El objetivo principal de fijar este límite inferior es que, durante la utilización de equipos (como los teléfonos móviles), se proteja de un calentamiento excesivo y de evitar posibles afectaciones a personas sensibles.

Los teléfonos están diseñados y fabricados para no sobrepasar estos límites indicados de SAR y, antes de introducirlos en el mercado, es necesario demostrar que cumplen las directrices del ICNIRP estable-

<sup>7</sup> Más información en <http://www.antenna-theory.com/definitions/sar.php>

cidas en la Recomendación Europea 1999/5/CE en cuanto a límites de exposición.



Imagen 5: Valores de SAR en un SAM en laboratorio (Fuente: Ipi.Tel.Uva.es)

Todos teléfonos móviles están diseñados para cumplir con estos límites de acuerdo con la Norma EN50360. Todos los fabricantes que comercializan en Europa deben testear en laboratorio, mediante protocolos internacionales de medida de obligado cumplimiento, la verificación del SAR mediante un phantom, conocido por SAM (specific anthropomorphic Mannequin), cuyo material dentro de la carcasa de plástico tiene propiedades eléctricas específicas, es decir, constante dieléctrica y conductividad similares a las de una cabeza humana real. En la imagen 5, se indican los resultados de las medidas que sirven para certificar el cumplimiento de SAR e indicarlo en el manual de instrucciones del teléfono o en la web del fabricante. Una vez verificado y certificado pueden comercializar el producto.

Los teléfonos tienen un valor de potencia máxima para el que están diseñados y comprobados. Para los terminales que se comercializan usualmente, los valores típicos máximos de potencia media oscilan entre 125 mW y 250 mW, según el tipo de terminal y la banda de frecuencia utilizada.



Imagen 6: Testeo de antena de TMA en laboratorio (Fuente: Ipi.Tel.Uva.es)

El reto de reducir la potencia depositada en el cuerpo (SAR) depende de la potencia emitida por el teléfono, de su diseño físico y orientación de emisión. La potencia de transmisión de un teléfono móvil está controlada por la estación base y puede variar mucho de un instante a otro. Como regla general, la estación base fija la potencia del móvil al valor mínimo que puede asegurar la comunicación adecuada con la red. La potencia se reduce automáticamente para minimizar la interferencia con otros teléfonos móviles cercanos.

Por tanto, los teléfonos móviles usan la menor potencia cuando están en una zona de buena recepción o cobertura. Esto, en general, sucede cerca de una estación base, ya que el teléfono necesita emitir con menor potencia para establecer la comunicación con aquella.

Un SAR más bajo no significa que el teléfono móvil sea más seguro. Las variaciones del SAR no significan que haya variaciones de seguridad. Puede haber diferencias en los niveles de SAR entre los distintos modelos de teléfono. Obligatoriamente, todos los teléfonos móviles comercializados deben cumplir con las pautas de exposición a la RF.

## 3 Actividades en España sobre las CEM y la salud

### 3.1 Informes CCARS<sup>8</sup>

En 1999 se fundó el Comité de Expertos en Radiaciones No Ionizantes (RNI) para asesorar al entonces Ministerio de Sanidad y Ciencia y a otras instituciones en estrategias de protección del público ante RNI ambientales en el rango Hz-GHz, realizando una revisión crítica de la evidencia científica y redactando un documento con conclusiones y recomendaciones para el control y límite de exposiciones para el público. En el año 2005, la Fundación General de la Universidad Complutense de Madrid tomó la iniciativa de colaborar en la tarea de evaluar los efectos de los campos electromagnéticos y creó el Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud (CCARS).



Entre los años 2013 y 2016, el CCARS ha realizado numerosos estudios sobre la evaluación de riesgos que la exposición de las Ondas electromagnéticas pueden producir sobre la salud que han quedado plasmados en su quinto informe del pasado año 2016, bajo la dirección y coordinación del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT)<sup>9</sup>. Ese informe puede descargarse desde el link <http://ccars.org.es/publicaciones/documentos-elaborados-por-el-ccars>.

Los objetivos del CCARS han sido:

- Consolidar una trayectoria como el principal referente en España en materia de evaluación del estado de la ciencia sobre los efectos de las emisiones radioeléctricas sobre la salud.
- Facilitar a la sociedad una información basada en las mejores evidencias científicas desde una posición libre e independiente que tenga en cuenta la dimensión científica, tecnológica, jurídica, institucional y social de exposición a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias.
- Colaborar con todas las instituciones y organizaciones, públicas y privadas, interesadas en la evaluación de riesgos para la salud y la exposición a radiofrecuencias.
- Ofrecer su experiencia y conocimiento a los medios de comunicación y a los responsables políticos en los ámbitos estatal, autonómico y local para informar de forma clara y sencilla.
- Informar de forma objetiva y relevante para establecer directrices y recomendaciones sobre los efectos de los campos electromagnéticos de radiofrecuencia sobre la salud humana.
- Realizar estudios epidemiológicos, de correlación, ocupacionales, expositivos, evaluación de riesgos, de acumulación, de personas que habitan cerca de antenas y percepción social que sean base de informes.

Las personalidades técnicas integrantes del CCARS pertenecen al ámbito del derecho, biomedicina, telecomunicaciones, investigación y radiodiagnóstico. El conjunto actúa como órgano colegiado.

En aquel informe, también se presentan los estudios técnicos, clínicos y epidemiológicos realizados con las ondas radioeléctricas y la salud sobre:

- Tumores cerebrales

<sup>8</sup> Más información en CCARS: <http://ccars.org.es/>.

<sup>9</sup> Más información en <https://www.coit.es/>

- Hipersensibilidad electromagnética
- Efectos sobre la reproducción
- Estudios en células y animales
- Proyectos de investigación en RF
- Dosimetría y evaluación de la exposición

Además, se han incluido nuevos capítulos que revisan las evidencias sobre aspectos novedosos como la redes de telefonía de cuarta generación (4G), las aplicaciones de los sistemas inalámbricos (Wi-Fi), los campos electromagnéticos en bandas de milimétricas o Terahertzios (escáneres de aeropuertos), la compatibilidad electromagnética y los dispositivos implantables (IoT o IoH), el uso de las RF en medicina y la legislación sobre exposición laboral a campos electromagnéticos.

En contraposición, se han publicado numerosos estudios observacionales, sin rigor científico ni contrastación, que obtienen información sobre los supuestos riesgos de las radiofrecuencias (antenas de telefonía móvil y uso del teléfono móvil) mediante encuestas y entrevistas. Los resultados de este tipo de estudios son muy subjetivos y parciales, carecen de evaluaciones objetivas de la exposición a los campos electromagnéticos y están sometidos a numerosos sesgos que hacen irrelevantes sus conclusiones para la evaluación y gestión del riesgo. Lo mismo puede decirse de otros estudios (experimentales y epidemiológicos) que no aportan datos sobre dosimetría, no utilizan un grupo control o no permiten su replicación.

## 3.2 Conclusiones de los informes CCARS

Las conclusiones del último informe CCARS están en línea con los anteriores publicados:

- Al igual que en el resto de los países europeos, en España se ha registrado en los últimos años un incremento en la preocupación de los ciudadanos hacia cuestiones relacionadas con eventuales efectos nocivos derivados de la exposición involuntaria o inconsciente a campos electromagnéticos (CEM). Esta sensibilidad, que ha dado lugar a una percepción desmesurada de los pretendidos riesgos de dichas exposiciones, ha sido alimentada por informaciones alarmantes procedentes de fuentes no debidamente acreditadas y no siempre exentas de intereses político-económicos

### Corolario

El análisis crítico de las evidencias respalda que no existen razones técnicas ni sanitarias que justifiquen la imposición arbitraria y discrecional de límites de exposición más exigentes que los recomendados por la OMS-ICNIRP y la Unión Europea. La aplicación de límites más restrictivos implicaría aumentar el número de antenas con el consiguiente impacto visual, social y económico.

- Los niveles de exposición de la población a las RF de los dispositivos Wi-Fi, que están bien estudiados en condiciones realistas de funcionamiento, son muy inferiores a los recomendados por las agencias y comités científicos (OMS-ICNIRP, FCC y el IEEE). Las conclusiones y recomendaciones del anterior informe del CCARS (CCARS, 2013) sobre las redes Wi-Fi siguen siendo válidas.
- En relación con los escáneres de los aeropuertos (funcionan con bajos niveles de potencia, poca penetración y exposición superficial) y los sensores que usan tecnologías inalámbricas (contadores inteligentes, IoT, RFID, etc.) las dosimetrías realizadas demuestran que los límites de exposición son muy inferiores a los recomendados como seguros.
- Existe suficiente evidencia para afirmar que el uso del teléfono móvil es seguro en el ámbito hospitalario siempre que se mantenga una distancia de seguridad (1 metro) entre los dispositivos y aparatos médicos que se usan para la vigilancia y el tratamiento de los pacientes. Respecto a los portadores de dispositivos implantables (ej. marcapasos cardíaco), el uso del teléfono móvil es

seguro aunque debe mantenerse una distancia de seguridad de 15 cm. Las antenas de telefonía móvil no producen interferencias con estos dispositivos.

- Los resultados de los estudios epidemiológicos en el periodo revisado confirman que no se observa un riesgo más elevado de tumores cerebrales en usuarios de teléfonos móviles. Esta conclusión coincide con las de otras revisiones sistemáticas y evaluaciones de riesgo realizadas en el mismo periodo por Agencias y Comités internacionales competentes en la evaluación de los efectos de los campos electromagnéticos sobre la salud.
- No se observa una evolución positiva o aumento del riesgo de tumores cerebrales en personas expuestas a las Radiofrecuencias emitidas por las antenas de telefonía móvil, radio y televisión. La evolución de las tasas de incidencia de tumores cerebrales en los países desarrollados no respalda la relación entre el uso del teléfono móvil y la percepción de un mayor riesgo de padecer estos tumores.

## 3.3 Otros informes

Al objeto de informar al lector interesado sobre este tema, a continuación se recogen muy sintéticamente otros informes que puedan servirle como referencia:

- SATI: La federación de Municipios y provincias emite informes de forma periódica<sup>10</sup>.
- Recomendaciones de la Comisión Sectorial para el desarrollo de las infraestructuras de radiocomunicación
- Informes de la OMS<sup>11</sup>
- Informes Universitarios, como el de la Universidad Politécnica de Madrid<sup>12</sup>
- Enlaces web de más informes sobre este tema<sup>13</sup>

## 4 Aspectos jurídicos, normativas y límites de exposición

### 4.1 Normativa, comprobaciones y actividades en España

En los últimos años, se han promulgado diversas normativas de elevado interés para la evaluación y gestión de los campos electromagnéticos. Esta nueva legislación ha establecido niveles de exposición menos exigentes que los previstos en la anterior propuesta europea (Directiva de 2004/40/CE) sobre exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de agentes físicos (campos electromagnéticos). Al mismo tiempo, se superan los problemas planteados por algunos sectores industriales y por los profesionales sanitarios que trabajan con procedimientos médicos de diagnóstico mediante resonancia magnética.

La normativa aplicable se detalla a continuación desde un punto de vista cronológico:

- 10 <http://temp.femp.es/files/3580-478-fichero/Informe%20SATI%20sobre%20Reflex%2004-12.pdf>
- 11 <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/es/>
- 12 [http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&ved=0ahUKEwjOo5b968fUahWL1RoKHRiTBgQFghHMAY&url=http%3A%2F%2Fwww.etsist.upm.es%2Festaticos%2Fcedra-coit%2Fweb\\_salud\\_medioamb%2Finformes%2Finformes\\_PDF%2Fcamposselectromagneticos%2FONDasEMySalud.pdf&usq=AFQjCNEeZwFn2hQQ1uQuVeBgXIGCVqT.Xvg&sig2=wa86B0ccrjZazwnZn4Mzg](http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&ved=0ahUKEwjOo5b968fUahWL1RoKHRiTBgQFghHMAY&url=http%3A%2F%2Fwww.etsist.upm.es%2Festaticos%2Fcedra-coit%2Fweb_salud_medioamb%2Finformes%2Finformes_PDF%2Fcamposselectromagneticos%2FONDasEMySalud.pdf&usq=AFQjCNEeZwFn2hQQ1uQuVeBgXIGCVqT.Xvg&sig2=wa86B0ccrjZazwnZn4Mzg)
- 13 [http://scholar.google.es/scholar?q=informe+sobre+radiaciones+electromagn%C3%A9ticas+y+salud+humana&hl=es&as\\_sdt=0&as\\_vis=1&oi=scholar&sa=X&ved=0ahUKEwjOo5b968fUahWL1RoKHRiTBgQgQMIIAA](http://scholar.google.es/scholar?q=informe+sobre+radiaciones+electromagn%C3%A9ticas+y+salud+humana&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar&sa=X&ved=0ahUKEwjOo5b968fUahWL1RoKHRiTBgQgQMIIAA)

- RD 1066/2001<sup>14</sup>
  - Establece los límites de exposición a campos electromagnéticos. Modificado por el RD 424/2005.
- Orden CTE/23/2002
  - Desarrolla el RD 1066/2001 y, en concreto, “regula las condiciones, contenido y formatos de los estudios y certificaciones” que aseguran que se cumplen los límites que marca dicho Real Decreto y que realizarán y presentarán los operadores al Ministerio competente (Actualmente Ministerio de Industria, Turismo y Agenda Digital).
- Ley 9/2014, Ley General de Telecomunicaciones, BOE de 10-05-2014
  - Sustituye a la Ley 32/2003, LGTelecomunicaciones, y es el marco de referencia en su ámbito.
- El Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo de 2014
  - Aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC- RAT 01 a 23.
- El Real Decreto 805/2014, de 19 de septiembre
  - El Real Decreto 805/2014, aprobó el Plan Técnico Nacional de la Televisión Digital Terrestre y reguló determinados aspectos para la liberación del dividendo digital.
- Real Decreto 299/2016,
  - Que ha incorporado a nuestra legislación la Directiva 2013/35/UE.
- El Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo
  - Regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos y transpone la Directiva 2014/30/UE, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.
- El Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo
  - Regula las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de exposición.
- Real Decreto 188/2016, también de 6 de mayo
  - Reglamento por el que se establecen los requisitos para comercialización, puesta en servicio y uso de equipos radioeléctricos, y se regula el procedimiento para la evaluación de la conformidad, la vigilancia del mercado y el régimen sancionador de los equipos de telecomunicaciones.
- Real Decreto 299/2016 de 22 de julio
  - Traspuso al Derecho español la Directiva 2013/35/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2013, sobre las disposiciones mínimas de salud y seguridad relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de agentes físicos (campos electromagnéticos).

## 4.2 Límites de exposición

En el artículo 6 del Real Decreto RD 1066/2001 sobre “Condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas” indica los límites de exposición a las emisiones radioeléctricas, restricciones básicas y niveles de referencia. En España, esos límites están delimitados por frecuencias y están armonizados con la normativa de los países de la UE.

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B ( $\mu$ T)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m <sup>2</sup> )
0-1 Hz	-	$3,2 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	-
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^3/f^2$	$4 \times 10^3/f^2$	-
8-25 Hz	10.000	$4.000/f$	$5.000/f$	-
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	-
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	-
3-150 kHz	87	5	6,25	-
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	-
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	-
10-400 MHz	28	$0,73/f$	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0048 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Tabla 1: Resumen de límites de exposición por frecuencia según RD 1066/2001 (Fuente: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2001-18256>)

En particular, en la tabla 1 se muestran los límites de referencia de campo eléctrico, magnético y de densidad de potencia para las distintas bandas de frecuencias. En la tabla 2 se resumen los límites de exposición según la normativa española actualmente de referencia. En la imagen 6 se indican los niveles de referencia más restrictivos, calculados para diferentes servicios de radiocomunicaciones: radiodifusión sonora con modulación de frecuencia (FM), televisión digital terrestre (TD), telefonía móvil (GSM, UMTS, DCS, LTE) en la que, para mayor claridad se ha mantenido la nomenclatura de las tecnologías utilizadas en telefonía móvil, si bien debido al principio de neutralidad tecnológica ya no existen bandas atribuidas a una determinada tecnología.

Frecuencia	Límites RD 1066/2001		
	900 MHz ( $\mu$ W/cm <sup>2</sup> ) - (V/m)	1800 MHz ( $\mu$ W/cm <sup>2</sup> ) - (V/m)	2 GHz ( $\mu$ W/cm <sup>2</sup> )
España* (OMS, UE y Alemania, Dinamarca, Finlandia, Francia, Gran Bretaña, Holanda, Irlanda*, Portugal, Suecia*, Austria, Eslovaquia, Eslovenia, Estonia, Letonia, Hungría, Australia, Nueva Zelanda)	450 $\mu$ W/cm <sup>2</sup> 0,41 V/m	900 $\mu$ W/cm <sup>2</sup> 0,58 V/m	1000 $\mu$ W/cm <sup>2</sup>

Tabla 2: Comparación de límites de exposición en Europa a distintas frecuencias ((Fuente: Informe 2015 MINETAD)

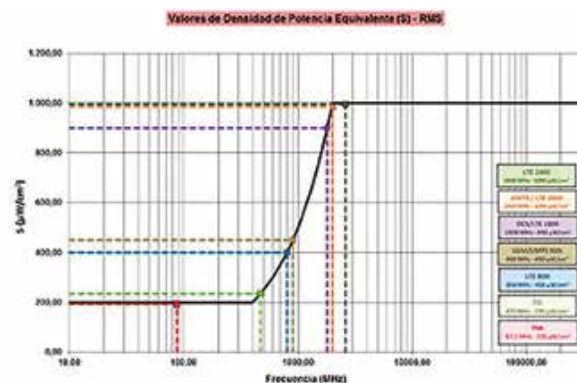


Imagen 7: Niveles de referencia más restrictivos para diferentes servicios de radiocomunicaciones (Fuente: Informe 2015 MINETAD)

## 4.2.1 Límites de exposición específicos exigidos por las CCAA

Comunidad Autónoma	Frecuencia		
	900 MHz ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) - (V/m)	1800 MHz ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) - (V/m)	2 GHz ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )
Castilla La Mancha (2,3)	200 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	400 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	450 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
Castilla y León (1)	450 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ó 41 V/m	900 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ó 58 V/m	1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
Navarra	200 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	400 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	450 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
Cataluña (2)	200 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	400 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	450 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
La Rioja	450 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ó 41 V/m	900 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ó 58 V/m	1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

Tabla 3: Comparación de límites de exposición en las CCAA a distintas frecuencias (Fuente: Informe 2015 MINETAD)

- (1) En zonas sensibles disminuye la exposición en un 25 %
- (2) Distancia de protección: 10 m a partir de 100 W de potencia isotrópica radiada equivalente
- (3) En zonas habituales de habitación 10  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

## 4.2.2 Actividades de comprobación técnica de emisiones radioeléctricas

### 4.2.2.1 Actividades CTER de las JPIT

La información sobre las mediciones de los niveles de exposición es pública<sup>15</sup>. La Dirección General de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información (DGTI) del actual Ministerio de Energía, Industria y Agenda Digital (MINETAD) es el organismo responsable de mantener y facilitar esa información, la cual proviene de dos fuentes solventes:

#### Anécdota

La primera certificación se realizó en 2002 y sus resultados fueron ampliamente difundidos en los medios de comunicación ya que se certificaba que incluso sin la entrada en vigor del RD, las instalaciones españolas cumplían las recomendaciones del ICNIRP y la UE y que estaban emitiendo cientos y miles de veces por debajo de los límites recomendados.

- De la DGTI, de la que dependen funcional y orgánicamente de 52 Jefaturas Provinciales de Inspección de Telecomunicaciones JPIT (una en cada provincia), cuyos técnicos realizan de forma continua desde el año 2001 las comprobaciones que permiten verificar el cumplimiento de los límites de exposición vigentes. Según el último informe publicado (2015) se ha constatado que los niveles promedio de densidad de potencia son de 0,547  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Para ello, se han realizado un total de 75790 medidas en distintas ubicaciones repartidas por toda la geografía y en todas ellas se verificó el cumplimiento de los límites establecidos, salvo en 10 de ellas en las que se realizó un análisis más detallado.
- De los estudios y certificaciones presentados por los operadores y firmados por Ingenieros de Telecomunicación de acuerdo con la OM CTE/23/2002 (que se refieren tanto al previo a la instalación de cada estación base, como a la certificación anual y a la certificación final).

A continuación se presentan los resultados obtenidos de las auditorías establecidas dentro del Plan de Inspección anual.



Imagen 8: Mapa con los niveles de emisión máximos medidos por CCAA (Fuente: Informe 2015 MINETAD)

Comunidades y Ciudades Autónomas	Valor promedio de las medidas realizadas ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )	Valor máximo de las medidas realizadas ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )
01. Andalucía	0,87	106,10
02. Aragón	0,28	30,77
03. Asturias, Principado de	0,52	46,64
04. Balears, Illes	0,32	41,65
05. Canarias	0,59	53,64
06. Cantabria	0,51	21,20
07. Castilla y León	0,48	84,52
08. Castilla - La Mancha	0,41	44,83
09. Cataluña	0,43	69,61
10. Comunitat Valenciana	0,79	95,56
11. Extremadura	0,39	39,68
12. Galicia	0,34	56,54
13. Madrid, Comunidad de	0,38	32,86
14. Murcia, Región de	0,66	69,19
15. Navarra, Comunidad Foral de	0,43	3,12
16. País Vasco	0,63	57,32
17. Rioja, La	0,44	7,26
18. Ceuta	0,77	5,47
19. Melilla	1,17	22,40

Tabla 4: Valores promedio y máximo de los niveles de exposición radioeléctrica medidos en ubicaciones en las que se han modificado los niveles radioeléctricos durante el año 2015, clasificados por comunidades autónomas con un valor promedio total de 0, 89  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . (<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2001-18256>)

Siendo los niveles de referencia del Real Decreto 1066/2001 y de las Recomendaciones internacionales (UE-OMS) de 450  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  para la frecuencia de 900 MHz (41,25 V/m), es evidente que los límites a los que estamos expuestos están muy por debajo de los considerados seguros.

Además, los servicios técnicos de inspección de la DGTI<sup>16</sup>:

- Verifican que los niveles de exposición radioeléctrica originados por las estaciones de radiocomunicación autorizadas en aquellos lugares en los que habitualmente permanecen personas cumplen los límites de exposición establecidos en el Reglamento.
- Validan las certificaciones emitidas que aseguran el respeto de los límites de exposición originados por estaciones radioeléctricas en cuyo entorno existen áreas en las que puedan permanecer personas habitualmente. Estas certificaciones, emitidas por técnicos competentes, son de dos tipos: las anuales y las sustitutivas del acto de reconocimiento técnico previo al uso del dominio público radioeléctrico.

<sup>15</sup> <http://www.minetad.gob.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Paginas/niveles.aspx>

<sup>16</sup> Véanse informes anuales en <http://www.minetad.gob.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Paginas/Informes.aspx>



Imagen 9: Sondas de medida de los campos eléctricos y magnéticos (Fuente: Informe 2015 MINETAD)

- Atienden las demandas originadas por terceros, entre las que se encuentran las de Administraciones Públicas, las Instituciones Públicas y los particulares. Estas peticiones pueden ser tanto de información (consultas generales, reclamaciones o solicitudes de información concreta) como de inspección o comprobación (fundamentalmente la realización de medidas).

En cuanto a la metodología utilizada por los servicios técnicos de inspección o comprobación de la DGTTI se señala que:

- Todas las medidas se han realizado según el procedimiento establecido en el anexo IV de la Orden Ministerial CTE/23/2002, de 11 de enero.
- Los equipos de medida utilizados son estándar, cumplen las principales recomendaciones internacionales de medida de emisiones radioeléctricas y son los usados habitualmente en este tipo de trabajos, tanto en España como en países de nuestro entorno. Generalmente, el proceso de medida es realizado con receptores de banda ancha y sonda isotrópica, que recogen una medida promediada de los niveles de emisiones existentes en el entorno cada 6 minutos; trabajan entre los 100 kHz y los 6 GHz, presentando como resultado el efecto de la contribución total de los campos electromagnéticos en el entorno de medida.
- Todos los equipos de medida están perfectamente calibrados y son conformes a las indicaciones del fabricante.
- En el caso de que los niveles indicados por los equipos de medida sean inferiores al umbral mínimo de detección de la sonda con la que se han medido, (generalmente  $0,024 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) se considera como nivel de exposición este valor.
- Se enfatiza la realización de medidas en los llamados espacios sensibles (centros educativos, de salud y hospitales, parques públicos, residencias o geriátricos, etc).

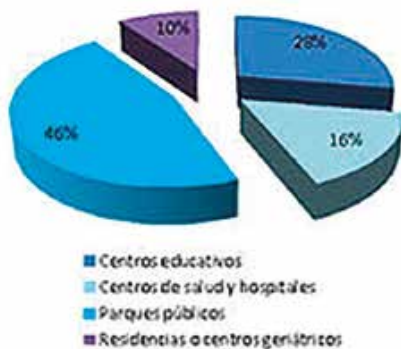


Imagen 10: Porcentajes de comprobación en puntos sensibles (Fuente: Informe 2015 MINETAD)

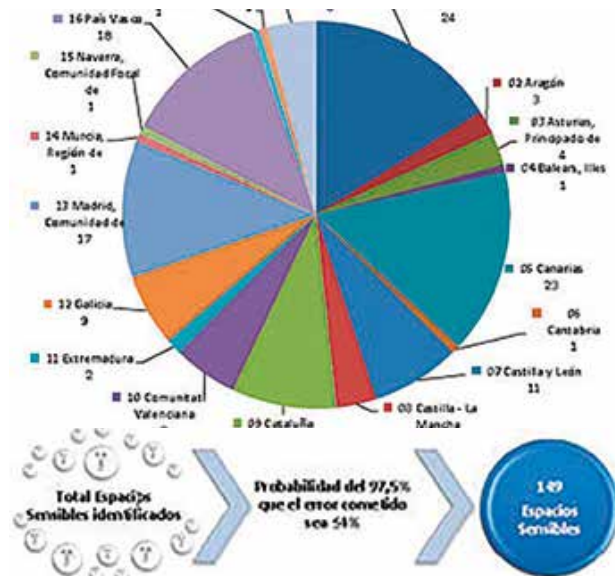


Imagen 11: Número de puntos sensibles por CCAA (Fuente: Informe 2012 MINETAD)

#### 4.2.2.2 Comparativa anual de las medidas (auditorías) realizadas

A continuación se presentan en los resultados que anualmente se han obtenido de las medidas que se han realizado.

Años	2015	2014	2013	2012
Número de medidas realizadas	75780	95033	83987	46721
Número de medidas < al umbral de la sonda	22850	28215	31662	15316
Número de medidas => al umbral de la sonda	52930	66818	52325	31405
Nivel promedio máximo de las medidas ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )	20,314	35,38	55,575	46,73
Valor promedio total ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )	0,656	0,5198	1,57	0,4479
Número de medidas por los SMP	2.390.733	3.014.515	3.011.554	3.386.775
Valor promedio medido por los SMP	0,89	0,63	0,42	0,39

Tabla 5: Resultados de las mediciones realizadas en múltiples puntos de España (Fuente: Informes MINETAD)

#### 4.2.2.3 Actividades por los SMP

Desde el año 2007 y de acuerdo con las recomendaciones internacionales, la DGTTI ha puesto en marcha un Sistema de Medición Permanente (SMP) cuyo objetivo es registrar y monitorizar los niveles de exposición radioeléctrica de forma ininterrumpida y durante largos periodos de tiempo en determinadas ubicaciones, donde puedan permanecer habitualmente las personas, donde por alguna circunstancia exista un interés en estas medidas o en algún lugar a petición de algún interesado.

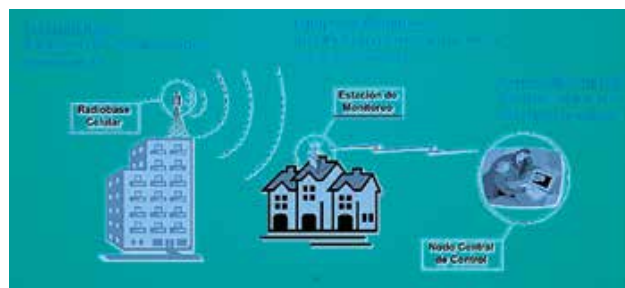


Imagen 12: Concepto de SMP para monitorización de CEM (Fuente: Monografias.com)



Este sistema se instala y se mantiene en servicio a lo largo de las 24 horas del día durante amplios períodos de tiempo, en aquellos puntos que por su interés requieren de una medición continua.

Como ejemplo, durante el año 2015, estos sistemas de medición han estado midiendo de manera continua en 43 ubicaciones diferentes. En total, durante aquel año se han realizado 2.390.733 medidas con un valor promedio de 0,89  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Todos los niveles medidos se encuentran muy por debajo de los límites de exposición establecidos en la normativa. Para mayor información, véase punto 6.

#### 4.2.2.4 Auditorías de certificaciones

Dentro del Plan de Inspección anual, se realizan auditorías de las certificaciones anuales presentadas por los operadores de telecomunicaciones, fundamentalmente de telefonía móvil, ya que se trata de la inmensa mayoría de estaciones de radiocomunicación existente. El objeto es el examen de los diferentes datos aportados en las mismas y la verificación de éstos "in situ", para una muestra suficientemente representativa del conjunto global de las mismas.

#### 4.2.3 Folletos informativos públicos

Durante estos años se han fabricado y distribuido millones de folletos<sup>17</sup> que ofrecen información complementaria a los límites establecidos en el Real Decreto 1066/2001 para orientar sobre:

- Comportamientos adecuados, tanto en lo que se refiere a la exposición a emisiones radioeléctricas como a otros aspectos de la utilización de los teléfonos móviles.
- Indicaciones sobre estaciones base de TMA
- Explicaciones de los controles anuales realizados
- Cuál es el proceso de control para la autorización de las antenas base de TMA

#### 4.2.4 Jurisprudencia

En los últimos años, se dictaron sentencias sobre cuestiones competenciales por el Tribunal Supremo. Es decir, litigios en los que lo discutido era la competencia (o falta de ella) de una comunidad autónoma o de un ayuntamiento para reglamentar materias en las que entran en juego aspectos relativos a emisiones radioeléctricas.



Imagen 13: Preocupación por las OM

(Fuente: <http://foros.vogue.es/viewtopic.php?t=221537>)

Por otro lado, también se encuentran sentencias en casos en los que un particular (o una Administración) impugnó alguna disposición del Gobierno sobre la materia que nos ocupa.

Al respecto y por su repercusión mediática, es de destacar la Sentencia de 6 de julio de 2016 de la Sala de lo Social del Tribunal Superior de Justicia de Madrid por la que el demandante, Ingeniero de Telecomunicación, había entablado demanda contra el Instituto Nacional de Seguridad Social y contra la Tesorería General de la Seguridad Social, en reclamación de declaración de incapacidad permanente para la realización de su profesión habitual debido a un síndrome de sensibilidad química o Hipersensibilidad Electromagnética. La sentencia estimatoria por error no se corresponde con la realidad ya que la alergia aducida no existe como síndrome. En el plano de la responsabilidad civil, no se encuentra ninguna resolución judicial significativa sobre este aspecto.

Además de lo indicado, durante los últimos años la doctrina ha mantenido una controversia que han llevado a los siguientes epílogos:

1. La competencia de las distintas Administraciones para legislar sobre límites de exposición basada en las numerosas sentencias de Tribunales Superiores y del Tribunal Supremo en esta materia que se ha saldado con la sentencia del TS de 15-11-2011 contra la ordenanza reguladora de Ordenanza Municipal Reguladora de la Instalación y Funcionamiento de Infraestructuras Radioeléctricas en el término municipal de Ondara (Alicante) (Recurso de Casación núm. 191/2008) que viene diciendo que las CCAA y otros Entes Territoriales incluidos los Ayuntamientos no pueden establecer medidas adicionales de protección diferentes a las establecidas en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por entender que se exceden de su ámbito de competencia.

##### Límites de Salzburgo

El Ayuntamiento de Coria del Río (Sevilla) quiso aplicar una ordenanza municipal reguladora de las instalaciones de telecomunicaciones aplicando los límites firmados por sólo 20 de los 293 asistentes de los por 23 países en la Conferencia de Salzburgo. La CMT la rechazó completamente en su resolución de 21-02-2002 debido a que aquellos son inconsistentes y carecen de fundamento técnico y científico, así como no constituye Derecho Positivo.

2. Fundamento científico del RD1066/2001: Sentencia del TS del 19 de abril de 2006 (RA 2114) por el que se indicaba:

- No existen elementos de juicio suficientes que demuestren la incorrección de los valores propuestos por la Recomendación comunitaria y asumidos por el Real Decreto 1066/2001, ya que dichos límites son el resultado de una compleja revisión científica internacional llevada a cabo por organismos públicos o entidades independientes que fijaron el umbral de protección para las personas en una cantidad cincuenta veces inferior a aquellos.
- Las Comunidades Autónomas no pueden alterar estos estándares, ni imponer a los operadores una obligación de incorporar nuevas tecnologías para lograr una minimización de las emisiones.
- En el actual estado de los conocimientos y según el asesoramiento del Comité Científico Director, no existen pruebas suficientes para preocuparse por la salud a causa de los efectos no térmicos de los campos electromagnéticos y, por lo tanto, para reducir las potencias de emisión de las estaciones base porque los límites son seguros<sup>18</sup>.
- El Estado en ejercicio de sus competencias en materia de sanidad y telecomunicaciones, está configurando un procedimiento para la determinación de los niveles de emisión radioeléctrica tolerable, para su actualización conforme al progreso científico, así como para el control del cumplimiento por los operadores de estos niveles de emisión a través de un sistema de autorización, seguimiento, inspección y control, en el que se entrelazan aspectos sanitarios y aspectos de telecomunicaciones.

<sup>17</sup> <http://www.minetad.gob.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Paginas/Informes.aspx>

<sup>18</sup> Véase informe de la Afsset (octubre de 2009). En nuestro país, en las CCAA con normativas más restrictivas que el RD 1066/2001 la oposición social a las antenas no es menor que en las demás.

## 5 Armonización, organismos, acciones y estudios internacionales

### 5.1.1 Organismos internacionales

En la siguiente tabla se muestra, a modo de comparativa, la recomendación de máxima exposición de los organismos internacionales referidos. Obsérvese la alineación de la normativa española con aquellos y que es aún más restrictiva que la de EEUU (véase FCC, nota 20).

Organización	Frecuencia		
	900 MHz ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) - (V/m)	1800 MHz ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) - (V/m)	2 GHz ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )
ICNIRP (OMS)	450 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ó 41 V/m	900 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ó 58 V/m	1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
CENELEC (UE)	450 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ó 41 V/m	900 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ó 58 V/m	1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
ANSI	600 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	1200 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	1333 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
IEEE	600 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	1200 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	1333 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
FCC	600 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	

Tabla 6: Comparación de recomendaciones entre Organismos Internacionales  
ICNIRP: International Commission on Non Ionising Radiation Protection (Organismo Independiente, que elabora las normas para la Organización Mundial del Trabajo, dependiente de la Organización Mundial de la Salud)

CENELEC: European Committee for Electrotechnical Standardization (UE)

ANSI: American National Standard Institute (USA)

IEEE: Institute of Electrical and Electronic Engineering (USA)

FCC: Federal Communications Commission

### 5.1.2 Armonización en Europa

Todas las actuaciones de la UE derivan de la Recomendación del Consejo de 12-07-1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz). Aquella propuso restricciones básicas y niveles de referencia basados las directrices de la ICNIRP. Periódicamente, la Comisión Europea ha pedido a diferentes comités científicos independientes que revisaran la evidencia científica que pueden causar en la salud los campos electromagnéticos y se han publicado informes por el Scientific Steering Committee (SSC)<sup>19</sup>. Los valores límites establecidos son los actualmente recogidos por el Real Decreto español 1066/2001 y la mayoría de los países europeos. Las normativas y sus modificaciones se publican en el Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE). Entre otras:

- Directiva 2004/108/CE: Aproximación de las legislaciones de los estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética y obligado cumplimiento para todos los equipos y sistemas electrónicos.
- Directiva 2013/35/UE, 26-06-2013: Disposiciones mínimas de salud y seguridad relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de agentes físicos (campos electromagnéticos) y derogada la Directiva 200 4/40/CE (ver punto 4.4)
- Directiva 2014/35/UE, 26-02-2014: Armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de comercialización de material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.
- Directiva 2014/30/UE, Abril 2016: Vigente directiva CEM sustituye a la anterior para hacer respetar el espectro radioeléctrico para facilitar las radiocomunicaciones. El segundo objetivo es asegurar que todos los productos electrónicos pueden ser electro-

magnéticamente compatibles entre ellos y así puedan funcionar correctamente juntos en su ambiente electromagnético (EM).

País	Frecuencia		
	900 MHz ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) - (V/m)	1800 MHz ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) - (V/m)	2 GHz ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )
España	450 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ó 41 V/m	900 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ó 58 V/m	1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
Alemania			
Dinamarca (*)			
Finlandia			
Francia			
Gran Bretaña			
Grecia			
Holanda			
Irlanda (*)			
Portugal			
Suecia (*)			
Austria			
Eslovaquia			
Eslovenia			
Estonia			
Letonia			
Hungría			
Australia			
Nueva Zelanda			
Bélgica	112,5 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	225 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	250 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
Italia	2,4 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ó 3 V/m	6 V/m	
Luxemburgo	2,4 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ó 3 V/m	2,4 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ó 3 V/m	2,4 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
Suiza	4,2 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ó 4 V/m	6 V/m	
Estados Unidos	600 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	1200 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	1333 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
Canadá			
Japón			

Tabla 7: Cuadro comparativo de límites de exposición por países de la UE. Fuente: Informe SATI 2012.

Aclaraciones:

Grecia: para estaciones a menos de 300 metros de "lugares sensibles" (escuelas, jardines de infancia, hospitales, ...) los límites son 32 V/m, 45 V/m y 47 V/m (2.7 W/m<sup>2</sup>, 5.4 y 6 respectivamente). Para el resto de sitios los valores son 35 V/m (3.1 W/m<sup>2</sup>), 49 V/m (6.3 W/m<sup>2</sup>), 51 V/m (7 W/m<sup>2</sup>).

Eslovenia: aplica a las viviendas, hospitales, centros de salud, edificios públicos, edificios turísticos, escuelas, guarderías, parques infantiles, parques, áreas recreativas. En el resto los niveles de referencia de la Recomendación Europea 13 V/m (0.45 W/m<sup>2</sup>), 18 V/m (0.9 W/m<sup>2</sup>), 19 V/m (1 W/m<sup>2</sup>)

Italia: es 6 V/m con 0.1 W/m<sup>2</sup> cerca de viviendas y zonas anexas al aire libre, en las escuelas y patios de recreo, en los lugares con estancia superior a 4 horas. En el resto es 20 V/m, 1 W/m<sup>2</sup>

Luxemburgo: aplican los límites de la recomendación pero añaden una condición adicional y es que el límite de 3 V/m máximo por antena.

Suiza: para 2 GHz también son 6 V/m. Hay que tener en cuenta que sólo es de aplicación en zonas de instalaciones de antenas nuevas y existentes en los lugares de uso sensible de los edificios en los que las personas se quedan por períodos más largos, campos de juego... etc.

### 5.1.3 Armonización en EEUU y Japón

En EEUU, el cumplimiento de EMC está regulado por la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC)<sup>20</sup> bajo el Título 47 del Código de Regulaciones Federales (47CFR), aprobados el 08-05-2016 y basados en el IEEE C95.1-2006 (menos restrictivos que el ICNIRP). Específicamente:

- La parte 15 de estas regulaciones cubre reglas específicas para dispositivos de radiofrecuencia, incluyendo transmisores internacionales (teléfonos móviles) y radiadores no intencionales (PCs y receptores de TV).
- La Parte 18 de la normativa abarca los equipos de Medicina Industrial Científica (ISM), pero sólo aquellos específicamente diseñados para generar y utilizar energía de radiofrecuencia, similares a los equipos del Grupo 2 descritos en CISPR 11, requisitos de CEM para equipos ISM (EN55011 para la certificación de la Unión Europea).

Los requisitos de la FCC sólo se refieren a emisiones radiadas y conducidas. Son menos restrictivas que las normas europeas ya que no hay límites de inmunidad y están asociados con la Certificación EMC Europea. Existen dos series de límites para la Parte 15, que se refieren al entorno previsto del producto. Los límites de Clase A cubren ambientes comerciales e industriales y la Clase B se refiere a entornos residen-

19 <http://www.minetad.gob.es/telecomunicaciones/Espectro/NivelesExposicion/Paginas/ActuacionesUE.aspx>

20 <https://www.fcc.gov/>

ciales. Así, se limita el SAR en todo el territorio para que el público no se exponga a un valor mayor de 1,6 W/Kg<sup>21</sup> para teléfonos celulares.

La norma Japonesa se aprobó en marzo de 2015 y ambas se exponen ambas en las siguientes tablas:

Frequency Range (MHz)	electric-field (E) (V/m)	power-density (mW/cm <sup>2</sup> )	Frequency (MHz)	Power Density (W/m <sup>2</sup> )
10 - 20			10 - 20	2
20 - 48			20 - 48	$8.944 / f^{0.5}$
30 - 300	27.5	0.2	48 - 300	1.291
300 ~ 1,500	$1.585 f^{0.02}$	$f / 1,500$	300 - 6000	$0.62619 / f^{0.014}$
1,500 - 100,000	61.4	1	6000 - 15000	10
			15,000 - 150,000	10
			150,000 - 300,000	$6.67 \times 10^{-2} f$

Tablas 8-1 y 8-2: Norma armonizada Japonesa  
(Fuente: Informes MINETAD)

### 5.1.4 Armonización en Canadá

En Canadá el organismo federal encargado es Health Canadá<sup>22</sup> y los límites son idénticos que en EEUU publicados en Canadá Safety Code 6 el 13-03-2015.

### 5.1.5 Armonización en Centro /Sudamérica

Se han realizado acciones similares a las indicadas en el resto de países aplicando los límites internacionales expuestos del INCIRP en todo el área geográfica. Todavía las redes se encuentran en expansión con tecnologías 2G/3G con lento despliegue progresivo de la red 4G/LTE. Además, se han realizado la instalación de SMP y cursos de formación sobre el tema basados en un plan general de mediciones de campos electromagnéticos, obtener los niveles espectrales de los campos electromagnéticos, hacer el análisis respectivo y comparar los resultados con lo establecido en la norma.

- Colombia: Sistema de Monitoreo Continuo instalado (40 equipos). Es el país referente en la región.
- Ecuador: Sistema de Monitoreo Continuo instalado (15 equipos)
- Brasil: Sistema de Monitoreo Continuo instalado comprado en fase de instalación (70 equipos)
- Centroamérica (Noviembre 2012), la UIT desarrolló un importante Proyecto Piloto en San Salvador con Mapa de RNI de San Salvador y un Sistema de Monitoreo Continuo. Incluyó una capacitación en estos sistemas para Representantes de los Reguladores de El Salvador, Panamá, Honduras, Nicaragua y Guatemala, coordinado con COMTELCA (Febrero 2013).
- Argentina, Bolivia, Chile, México, Panamá: El INTI es el órgano encargado

### 5.1.6 Armonizaciones realizadas en otros países

- Rusia y países del este de Europa: Sanitary Norms and Regulations. Límite de exposición 100  $\mu$ W/cm<sup>2</sup>. Los estudios realizados también consideran la frecuencia y la intensidad de la exposición, el SAR o las descripciones de la ocupación, pero tienen graves defectos metodológicos debido a que se basan en cuestiones subjetivas del universo poblacional estudiado<sup>23</sup>
- Suiza: Ordinance on Protection from Non-ionising Radiation (NISV) of 23 December 1999. Límite de exposición de 100  $\mu$ W/cm<sup>2</sup>.
- China: En este aspecto, China es única. Hay dos estándares de exposición a RF en vigor en China con diferentes valores límite:

una norma nacional para la radiación electromagnética GB 8702-88 formulada por la agencia nacional de protección ambiental y una segunda norma nacional GB 9175, Formulado por el Ministerio de Salud. En lo que respecta a las estaciones base, la norma nacional GB 8702-88 es el requisito legal; Sin embargo y en la práctica, los operadores a menudo diseñan para cumplir con el valor más restrictivo del Ministerio de Salud de GB 91755, con el fin de minimizar la confusión por parte del público. El límite de PD de exposición del público en general chino en todos los RF 30-3.000 MHz es 0.4 W/m<sup>2</sup> (40  $\mu$ W/cm<sup>2</sup>), según el documento GB 8702-88. En resumen: el nivel oficial chino a 900 MHz es 0.4 W/m<sup>2</sup> (compárese con el 4.5 W/m del ICNIRP). La norma GB 9175 no incluye valores de SAR, solo límites de intensidad de campo. En la norma GB 8702-88, el límite SAR de trabajadores (ocupacionales) es de 0.1 W/kg y para el público de 0.02 W/kg; Por lo tanto se limita a del SAR, en comparación con los límites de todo el cuerpo en ICNIRP, IEEE, UE.

### 5.2 Sitios web

Además de los ya indicados, existen numerosos sitios web mantenidos por organizaciones internacionales y agencias donde puede encontrarse mucha más información y libros de referencia. A continuación se indican sitios Web a nivel internacional.

- El Proyecto Internacional Campos Electromagnéticos de la Organización Mundial de la Salud (OMS).  
<http://www.who.int/peh-erf/>
- El Proyecto INTERPHONE de la Agencia Internacional para la Investigación contra el Cáncer (IARC)  
<http://www.iarc.fr>
- The International Agency for Research on Cancer (IARC)  
<http://www.iarc.fr>
- Oficina Nacional de Protección Radiológica del Reino Unido (NRPB)  
Exposure of the General Public to Radio Waves near Microcell and Picocell Base Stations for Mobile Telecommunications  
[http://www.nrbp.org/publications/series\\_reports/2004/nrbp\\_w62.pdf](http://www.nrbp.org/publications/series_reports/2004/nrbp_w62.pdf)  
[http://www.nrbp.org/press/information\\_sheets/mobile\\_telephony/base\\_stations.htm](http://www.nrbp.org/press/information_sheets/mobile_telephony/base_stations.htm)
- Independent Expert Group on Mobile Phones  
<http://www.iegmp.org.uk>
- Health Canada: report on: Measurement of Cellular Base-Station Emissions using a Newly Developed RF Field Mapping System  
[http://www.hc-sc.gc.ca/health-scs/scrhp/publication/report\\_globa\\_system\\_03march03/print.htm](http://www.hc-sc.gc.ca/health-scs/scrhp/publication/report_globa_system_03march03/print.htm)
- El Comité del IEEE del Hombre y la Radiación (IEEE Committee on Man and Radiation - COMAR).  
<http://www.seas.upenn.edu/~kfoster/comar.htm>
- Administración para los Alimentos y Drogas de los Estados Unidos de Norteamérica  
<http://www.fda.gov/cellphones/>
- Medical College of Wisconsin, U.S.A, J. Moulder.,  
<http://www.mcw.edu/grobcop/cell-phone-health-FAQ/00.html>
- Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No-ionizantes (ICNIRP)  
<http://www.icnirp.de>
- Radiation, Mobile Phones, Base Stations and Your Health. Ng Kwan-Hong, Ph.D. Comisión de Comunicaciones y Multimedia de Malasia  
<http://www.mcmc.gov.my/mcmc/>
- Sénat  
<http://www.senat.fr/rap/r02-052/r02-0521.pdf>
- Oficina Federal de la Salud Pública de Suiza.  
[http://www.bag.admin.ch/staht/en/nonionisat/erf/pdf/Handy-vorsorge\\_f.pdf](http://www.bag.admin.ch/staht/en/nonionisat/erf/pdf/Handy-vorsorge_f.pdf)
- Agencia Nacional de Frecuencias de Francia  
[http://www.anfr.fr/stock/fr/com/gre/Paquette\\_sante.pdf](http://www.anfr.fr/stock/fr/com/gre/Paquette_sante.pdf)
- Administración Sanitaria Local  
<http://www.esl.milano.it/bcc/pdf/ondemagnetiche.pdf>
- Ministerio de las Comunicaciones  
<http://www.comunicacion.livvimg>

### 5.3 Proyectos internacionales de investigación sobre radiofrecuencias

Desde el año 1998, más de 37 millones de euros se han invertido en investigación sobre los efectos de los campos electromagnéticos (CEM) en la Unión Europea<sup>24</sup>. A continuación, se resumen los principales estudios de investigación que se están desarrollando o que ya han concluido en la Unión Europea. Véanse los enlaces asociados.

- Mobi-Kids (Study on Communication Technology Environment and Brain Tumours in Young People<sup>25</sup>): cuenta con la participación de 14 países y está coordinado por el Institut de Salut



21 <https://www.fcc.gov/general/specific-absorption-rate-sar-cellular-telephones>

22 [http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-smmt/consult/\\_2014/safety\\_code\\_6-code\\_securite\\_6/final\\_finale-eng.php](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-smmt/consult/_2014/safety_code_6-code_securite_6/final_finale-eng.php)

23 Véase informe de Kennet R. Foster. Department of Bioengineering, University of Pennsylvania, Philadelphia

24 [http://ec.europa.eu/research/environment/pdf/env\\_health\\_projects/electromagnetic\\_fields/e-interphone.pdf](http://ec.europa.eu/research/environment/pdf/env_health_projects/electromagnetic_fields/e-interphone.pdf).

25 <http://www.crealradiation.com/index.php/es/descripcion-del-proyecto-mobi-kids>

Global-CREAL de Barcelona. Aproximadamente 1.000 personas de entre 10 a 24 años diagnosticadas de tumor cerebral y cerca de 2.000 personas sanas han sido contactadas para participar en este proyecto. Su objetivo es evaluar el riesgo de tumores cerebrales durante la infancia y adolescencia asociado a la exposición a los CEM (Radiofrecuencia y Frecuencia Extremadamente Baja) emitidos por las tecnologías de comunicación y otros agentes ambientales y personales.

- SeaWind (Sound Exposure & Risk Assessment of Wireless Network Devices)<sup>26</sup>: Su principal objetivo fue conocer el impacto de la exposición a los dispositivos de las diversas redes inalámbricas (WLAN, WMAN, WIMAX, WPAN y RFID, en sus siglas en inglés) sobre la salud. Para conseguir este objetivo el estudio ha obtenido información exhaustiva sobre los niveles de exposición del público, caracterizado los campos inducidos en el interior del cuerpo humano, evaluado los efectos de exposiciones específicas sobre las células y el ADN y ha combinado los resultados obtenidos con las evidencias científicas disponibles para facilitar la gestión y comunicación de los riesgos.



- LEXNET (Low EMF Exposure Networks)<sup>27</sup>: fue financiado por la Unión Europea en el marco del Programa de Trabajo FP7. El principal objetivo general de este Proyecto fue desarrollar mecanismos efectivos para reducir la exposición del público a CEM en un 50% (al menos), sin comprometer la calidad del servicio. De los artículos publicados sobre este estudio se deduce que una reducción de los límites de exposición no aumenta de forma automática la aceptabilidad de las nuevas tecnologías.



- GERoNiMO (Generalized EMF research using novel methods. An integrated approach from research to risk assessment and support to risk management)<sup>28</sup>. Su objetivo es generar nuevos conocimientos sobre los posibles efectos para la salud de las RF y las frecuencias intermedias. El estudio se centra en el cáncer, las enfermedades degenerativas, conducta, reproducción y envejecimiento. Es un proyecto común europeo con un enfoque que integra a investigadores de diferentes disciplinas, centros de investigación y países miembros de la UE para abordar los principales problemas detectados por otros proyectos previos como el European Health Risk Assessment Network on Electromagnetic Fields Exposure (EFHRAN), por la OMS y el International EMF Project Research Agenda.



- COSMOS (Cohort Study of Mobile Phone Use and Health)<sup>29</sup>. Design considerations and enrolment. COSMOS es un consorcio internacional de 6 países (Dinamarca, Finlandia, Suecia, Holanda, Reino Unido y Francia) que ha incluido a 290.000 usuarios de teléfonos móviles. La información sobre el uso del teléfono se obtiene mediante un cuestionario validado que rellenan los participantes en el estudio y por los datos facilitados por las compañías operadoras. El período previsto de seguimiento es de 20 a 30 años.



- REMBRANDT (Radiofrequency ElectroMagnetic fields exposure and BRAiN Development from exposure assessment to dose-

response assessment)<sup>30</sup>. Este Proyecto está coordinado por ISG Global (Barcelona) está asociado a contrato Miguel Servet integrado en el Plan Estatal de I+D+i 2013-2016 y cofinanciado por el ISCIII-Subdirección General de Evaluación y Fomento de la investigación y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). Su objetivo es valorar la asociación entre la exposición a CEM de Radiofrecuencias y el desarrollo cerebral durante la infancia y la adolescencia. REMBRANDT utilizará la información epidemiológica de tres estudios de cohortes prospectivos previos: el proyecto español INMA, el estudio holandés GENERATION R y el suizo HERMES.



## 6 Conclusiones finales

### 6.1 Ruptura de mitos injustificados

#### Ejemplo de mito actual

La Real Academia de farmacología considera que desde un punto de vista científico no hay argumentos que apoyen la eficacia de los medicamentos homeopáticos y justifiquen su utilización clínica. Además, alerta de que este método terapéutico puede crear falsas expectativas, sustituir a los tratamientos con eficacia demostrada, retrasar la consulta médica, etc., y pueden poner en riesgo la salud de los ciudadanos.

- Todavía persiste en algunos segmentos de la población, un cierto y contradictorio rechazo a todo lo que sea una antena de comunicaciones (telefonía móvil, redes Wi-Fi, etc) y, a pesar de que después se quejan angustiados de que no disponen del servicio que desearían ya que la instalación de las infraestructuras necesarias es imprescindible, si se quiere recibir un servicio de calidad. Por ello, es contradictorio comprobar que esta aversión no es la misma respecto al uso del pequeño transceptor (emisor/receptor-teléfono móvil), que está plenamente integrado en nuestra vida diaria y que su utilidad depende de la existencia de tales infraestructuras.
- Además, en algunas personas las creencias sobre hipotéticos efectos de las RF emitidas por las antenas de telefonía móvil se convierten en un miedo injustificado a estas instalaciones. Estas personas alegan padecer la denominada Hipersensibilidad Electromagnética, la cual no es una enfermedad reconocida en la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-OMS), por lo que no existe un protocolo validado y aceptado por la comunidad científica para su diagnóstico y tratamiento. Sin embargo, existen sentencias judiciales poco comprensibles que reconocen estos hechos.
- Los estudios clínicos controlados confirman que no hay una relación causal entre la exposición a las diversas fuentes de radiofrecuencia y los síntomas de Hipersensibilidad Electromagnética. Las personas que declaran padecer estos síntomas no son capaces de distinguir, en condiciones experimentales, si están expuestas o no a campos electromagnéticos.
- Las nuevas evidencias publicadas confirman que no hay efectos adversos para la salud derivados de la exposición a las Radiofrecuencias emitidas por las antenas de telefonía móvil, transmisión de radio y televisión y sistemas inalámbricos (Wi-Fi) utilizados en el trabajo, la escuela o el hogar. A pesar de ello, puede afirmarse que se han producido pocos avances en el grado de conocimiento e información de la población sobre los efectos de los campos electromagnéticos.
- Para mejorar la situación actual y realizar de forma eficiente esta labor, es necesario aumentar la financiación pública y privada de las acciones de comunicación sobre los proyectos de investigación, desarrollo e innovación sobre los efectos de los campos electromagnéticos.

26 <http://seawind-fp7.eu/>

27 <http://www.lexnet.fr/>

28 <http://www.crealradiation.com/index.php/es/descripcion-del-proyecto/geronimo-project-description>

29 <http://www.thecosmosproject.org/>

30 <http://www.crealradiation.com/index.php/es/proyectos-programa-radiaciones/rembrandt>

- La introducción de nuevas tecnologías y aplicaciones de los sistemas de telecomunicación debe estar acompañada de una labor pedagógica sobre sus implicaciones y consejos sobre un uso seguro (conducción de vehículos, medios de transporte), respetuoso (respetar la intimidad, reducir el volumen en los medios de transporte y lugares de ocio) y responsable, especialmente en la infancia y la adolescencia (en el ámbito escolar, redes sociales, internet, etc.).
- De los millones de medidas realizadas en todo el mundo, no se infiere que exista una relación directa entre mala salud y ondas electromagnéticas.

## 6.2 Redes móviles existentes y futuras

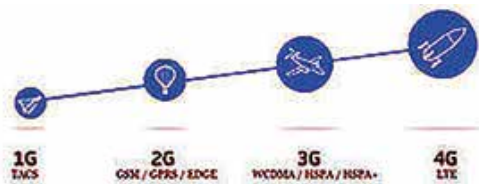


Imagen 14: Evolución de las tecnologías inalámbricas  
(Fuente: <http://foros.vogue.es/viewtopic.php?t=221537>)

- Las redes móviles de nueva generación (LTE/LTE advanced) (4,5G y 5G) permiten mejorar los servicios de telefonía móvil (mejor calidad, mayor velocidad, nuevos servicios, comunicaciones móviles en vehículos, etc.) sin aumentar la exposición de la población.
- Los niveles de intensidad de campo eléctrico (V/m) y niveles de densidad de potencia ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) medidos por los servicios técnicos de la DGTI, Ingenieros de Telecomunicación freelance, Físicos y expertos de Agencias Internacionales, cumplen con las normativas de aplicación y confirman que están muy por debajo de los límites considerados como seguros.
- Las certificaciones sobre el cumplimiento de los niveles de emisión son realizadas correctamente y permiten comprobar que los niveles de exposición en el entorno de las estaciones, donde pueden permanecer habitualmente las personas, se encuentran por debajo de los límites establecidos.
- No hay razones técnicas ni sanitarias que justifiquen la imposición arbitraria de límites de exposición mucho más restrictivos y sensiblemente inferiores a los recomendados por la OMS-ICNIRP y la Unión Europea. Aplicar límites más restrictivos supone que hay que aumentar el número de antenas, con los impactos consecuentes (ambientales, económicos, administrativos, etc.).

## 6.3 Sistemas inalámbricos en interiores

- La densidad de potencia de pico de los dispositivos Wi-Fi, bluetooth e IoT es razonablemente suficiente, tanto por los datos suministrados por las distintas Agencias, como por medidas directas en diversos escenarios.
- Bajo condiciones realistas de funcionamiento, los niveles de exposición a las RF derivados de las redes representan una fracción de los límites fijados por los Comités Científicos (como la ICNIRP) o los Organismos de Normalización (como la FCC y el IEEE).

## 6.4 CEM en bandas milimétricas y Terahercios (THz)

- Los estudios que miden los niveles de exposición del público sometido a inspección de seguridad mediante los escáneres instalados en los aeropuertos, demuestran que los valores que recibe el cuerpo humano son muy inferiores a los establecidos como seguros por la UE y el ICNIRP.



Imagen 15: CEM en Hospitales

- Las dosimetrías realizadas a los sensores que utilizan tecnologías inalámbricas no ionizantes (IoT, contadores inteligentes, RFID, etc.) indican que los niveles de exposición están muy por debajo de los límites recomendados.
- Hay que tener cuidado con las radiaciones ionizantes (rayos X, UVA, etc) y evitar dosis suministradas periódicas muy altas
- En relación con las aplicaciones emergentes (Drones, UAV, RPA, etc.) es necesario realizar más evaluaciones de dosimetría para establecer recomendaciones de un uso seguro de este tipo de tecnologías.

## 6.5 Prevención de Riesgos laborales. Exposición CEM en entorno laboral.

- Los niveles de exposición ocupacional a los CEM establecidos en la Directiva 2013/35/UE y en el Real Decreto 299/2016 son menos estrictos que los previstos en la Directiva 2004/40/CE.
- Los valores más permisivos evitan los problemas que planteaba la Directiva 2004/40/CE con la exposición laboral de las personas que trabajan en algunas actividades industriales y en el diagnóstico por imagen de la resonancia magnética.
- No se contemplan los efectos a largo plazo de la exposición ocupacional crónica.



Imagen 16: Emisiones radioeléctricas. Señal de peligro por emisiones radioeléctricas

## 6.6 Investigación CEM en el ámbito hospitalario.

- Los usuarios del teléfono móvil deben tener en cuenta una determinada posología:
  - El uso del teléfono móvil es seguro en el ámbito hospitalario siempre que se mantenga una distancia de seguridad de menos de 1 metro entre los dispositivos-aparatos médicos que se están utilizando para tratar o vigilar a un paciente hospitalizado.
  - Cuando el teléfono móvil esté encendido se recomienda mantenerlo a una distancia de 15 cm del marcapasos cardíaco.
- Las antenas de telefonía móvil no producen interferencia electromagnética en los marcapasos cardíacos.
- Mientras los estudios no incluyan un número significativamente alto de muestras y ensayos y, sobre todo, no se proceda a una estandarización de protocolos que permita la comparación de los distintos resultados entre sí, será imposible alcanzar conclusiones definitivas.

- Es necesario diseñar aproximaciones experimentales y herramientas más fiables para profundizar en el análisis de los efectos del electromagnetismo en organismos vivos pre- y postnatales.
- Los resultados de los estudios epidemiológicos confirman que no se observa un aumento en el riesgo de tumores cerebrales en usuarios de teléfonos móviles.
- Esta conclusión coincide con las de otras revisiones sistemáticas y evaluaciones de riesgo realizadas por Agencias y Comités competentes en la evaluación de los efectos de los CEM sobre la salud.
- En relación con informes anteriores, no se observa un aumento del riesgo de tumores cerebrales en personas expuestas a las RF emitidas por las antenas de telefonía móvil, radio y televisión.
- La evolución de las tasas de incidencia de tumores cerebrales en los países desarrollados no respalda la relación entre uso del teléfono móvil y un mayor riesgo de padecer estos tumores.

## 6.7 Hipersensibilidad Electromagnética (HE)

- La Hipersensibilidad Electromagnética no es una enfermedad reconocida en la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-OMS). No existe un protocolo validado y aceptado por la comunidad científica para el diagnóstico y tratamiento de la HE.
- Los estudios clínicos controlados confirman que no hay una relación causal entre la exposición a las diversas fuentes de Radiofrecuencia y los síntomas de Hipersensibilidad Electromagnética.
- Las personas que declaran padecer Hipersensibilidad Electromagnética no distinguen, en condiciones experimentales, si están expuestas o no a CEM.
- Las nuevas evidencias publicadas confirman que no hay efectos adversos para la salud derivados de la exposición a las Radiofrecuencias emitidas por las antenas de telefonía móvil, transmisión de Radio y Televisión y sistemas inalámbricos (Wi-Fi) utilizados en el trabajo, la escuela o el hogar.



Imagen 17: Hipersensibilidad a emisiones radioeléctricas

## 6.8 Aspectos jurídicos sobre riesgos derivados de la exposición a CEM

- Uno de los principales objetivos de la Ley 9/2014 (LGTel) es recuperar la unidad de mercado en el sector de las telecomunicaciones mediante la simplificación administrativa, eliminando licencias y autorizaciones por parte de la Administración de las telecomunicaciones para determinadas categorías de instalaciones que hacen uso del espectro, administración del dominio público radioeléctrico, procedimiento de determinación, control e inspección de los niveles únicos de emisión radioeléctrica tolerable y que no supongan un peligro para la salud pública. Estos niveles límite deberán ser respetados por las todas las administraciones e instalaciones que hagan uso del dominio público radioeléctrico.
- A lo largo de los años, la situación es similar:
  - Después de las más de 12 millones de medidas trazables realizadas en los últimos 4 años en zonas donde suelen permanecer las personas para determinar que niveles de exposición radioeléctrica derivados de los servicios de radio- comunicaciones existían, se concluye que son significativamente más bajos que los límites de exposición regulados en

el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, establecidos para la protección sanitaria de las personas. Así, el nivel de promedio de exposición en múltiples puntos de la geografía está comprendido entre 384 y 1607 veces inferior a los límites marcados en la normativa reseñada.

- En relación con las certificaciones emitidas por técnicos competentes sobre cumplimiento de niveles de exposición, se ha verificado que todas ellas cumplían y todos los equipos de medida usados eran correctos.
- A nivel estatal, cada año sólo hay un promedio de 50 consultas de particulares, asociaciones y colectivos, así como alrededor de 20 consultas de organismos oficiales y un promedio de 500 medidas a petición de terceros.
- Ni en la Ley, ni en el Real Decreto 1066/2001, se establecen límites de seguridad diferentes según las poblaciones. Los límites recomendados están fijados, tal y como se explica en la Recomendación europea, teniendo en cuenta las necesidades de los ciudadanos más sensibles a los agentes externos, como son los niños, los ancianos y los enfermos, en las condiciones más extremas y, en el caso de las ondas electromagnéticas, considerando una exposición permanente.
- Las normativas no establecen la imposibilidad de instalar antenas en un radio de 100 metros de las zonas sensibles, sino la obligación de que las instalaciones que estén dentro de ese radio operen en condiciones de asegurar la mínima exposición posible, situación que ya se tiene en cuenta como principio general para ubicar cualquier estación base.
- La OMS y la UE actualizan sus recomendaciones de acuerdo con los últimos estudios e informes sobre telefonía móvil y salud elaborados por sus expertos y ambas consideran que, en la actualidad, no hay ningún dato que permita suponer que las emisiones de la telefonía móvil tengan efectos perjudiciales sobre la salud humana.
- Además, la OMS recomienda no modificar dichos límites por razones distintas (políticas, de alarma social...) a las científicas, ya que además de no aportar ningún beneficio al ciudadano pueden tener un efecto negativo al poner en duda la credibilidad de las instituciones y los expertos sanitarios.



## 6.9 Aspectos técnicos para mejora de CEM

El alejamiento de las antenas no es una medida eficaz para minimizar la exposición, ya que las características técnicas del funcionamiento de las estaciones base exigen, para asegurar los niveles de emisión más bajos posibles, la máxima cercanía entre los emisores (antenas) y los receptores (teléfonos), por lo que es contradictorio pretender la mínima emisión con el máximo alejamiento.

Para conseguir una menor exposición, entre las medidas que se han considerado más adecuadas por los expertos, destacan el desarrollo de un adecuado dimensionamiento de la red que garantice la existencia de antenas suficientes para dar el servicio requerido en cada zona, que su ubicación sea la óptima y que su orientación no incida de manera directa sobre el espacio en el que se pretende minimizar la exposición. Para el próximo despliegue de la tecnología 5G se espera incrementar hasta en 100 veces el número de estaciones base, aumentando la capilaridad, velocidad y capacidad de la red y disminuyendo significativamente la latencia y la potencia.