

# Antenas de telefonía móvil y salud

La revisión de los efectos de las emisiones radioeléctricas utilizadas en las telecomunicaciones y de las normativas y límites vigentes permiten concluir, según el autor, que la tecnología utilizada es segura

Como consecuencia de la liberalización del mercado de telecomunicaciones, nuestro panorama urbano está surcado de estaciones radioeléctricas (GSM, LMDS, FM, Radioaficionado, etc.). La telefonía móvil automática (GSM), los nuevos servicios inalámbricos (LMDS), la futura generación de móviles GPRS y UMTS son en la actualidad ejes fundamentales para el desarrollo de la Sociedad de la Información (SI) a las cuales nadie quiere renunciar. Una sociedad que requiere movilidad, comunicación desde cualquier lugar, transmisión de voz, datos e imágenes, conexión a internet. Todo ello exige la puesta en marcha de las infraestructuras necesarias que soporten las redes que aproximan estos servicios al ciudadano, pero, al mismo tiempo requiere que se establezcan los necesarios mecanismos de protección frente a todas las emisiones radioeléctricas existentes.

## El espectro electromagnético

La radiación electromagnética es la propagación de campos electromagnéticos mediante ondas a partir de una fuente.

Esta denominación comprende distintos tipos de emisiones, dependiendo de la frecuencia de dichas ondas, comprendiendo no sólo las ondas empleadas en radiocomunicación, que son el objeto del actual debate y que, en adelante, denominaremos emisiones radioeléctricas, sino los rayos infrarrojos, la luz visible, la ultravioleta, los rayos X y los rayos gamma, producidos por la materia radiactiva (figura 1).

Se debe tener en cuenta que la interacción del material biológico con una emisión electromagnética depende de la frecuencia de la emisión (fuente). Los rayos X, radiación en radiofrecuencias y campos eléctricos y magnéticos generados por líneas eléctricas son todos parte del espectro electromagnético, y cada zona del espectro se caracteriza por su frecuencia. La frecuencia es la velocidad con la que un campo electromagnético cambia de dirección y se mide en hercios (Hz), siendo 1 Hz un ciclo por segundo, y un megahercio (MHz) un millón de ciclos por segundo.

Según la figura 1, se podrá ver los diferentes tipos de radiaciones.

La radio FM tiene una frecuencia alrededor de 100 MHz, los hornos microondas tienen 2.450 MHz, y los rayos X tienen frecuencias por encima de un millón de Hz. Los teléfonos celulares (móviles) operan en una gama entre 800 y 2.200 MHz.

Además, se debe tener en cuenta que las radiaciones electromagnéticas constituyen tanto una propagación de ondas como de partículas, denominadas fotones. Estas partículas no tienen masa pero sí energía que es directamente proporcional a la frecuencia de emisión. Si esta energía, al transferirse parcialmente a la materia, es suficiente para arrancar un electrón a los átomos y moléculas que la contribuyen, creándose iones. Este efecto para romper enlaces químicos es lo que se llama "ionización".

## Radiaciones de las estaciones base

A frecuencias extremadamente altas, rayos X, las partículas electromagnéticas tienen suficiente energía para romper enlaces químicos (ionización), por tanto dañan el material genético de las células

José Carlos Jiménez Sabio



produciendo cáncer o malformaciones congénitas.

A frecuencias más bajas, como las radiaciones en radiofrecuencias, la energía de las partículas es demasiado baja para romper enlaces químicos, estas se las llaman “no ionizantes”.

Se debe tener en cuenta que los teléfonos móviles (celulares) y sus antenas base son radiaciones bidireccionales, y generan radiaciones en radiofrecuencia (RF). Estas radiaciones son “no ionizantes” y sus efectos biológicos son esencialmente diferentes de los de la radiación “ionizante” como por ejemplo los rayos X.

Para una antena de alta ganancia (de sector) del tipo usado en modernas estaciones base, el diagrama de radiación es el de la *figura 2*. Se debe tener en cuenta que, normalmente la estación base dispone de 3 o 4 de esas antenas transmisoras, cada una apuntando en distintas direcciones. El campo cercano, es decir la densidad de potencia alrededor de la antena puede tener la forma de la *figura 3*.

La potencia de una estación base de

telefonía móvil se describe habitualmente mediante su “potencia radiada efectiva” (ERP “Effective Radiated Power”), que se expresa en vatios (w). La potencia se puede expresar también como “potencia de transmisión” (w) y como “ganancia de la antena”. La potencia de transmisión es una medida de la potencia total, mientras que ERP es una medida de la potencia del haz principal. Se debe tener en cuenta que las antenas de telefonía móvil no son omnidireccionales y además son altamente direccionales (antenas de alta ganancia, significa que concentran su potencia en algunas direcciones y emiten menos potencia en el resto, *figura 2*).

La determinación de los niveles máximos de exposición a las emisiones radioeléctricas, se hace estableciendo parámetros medibles en las instalaciones. Un parámetro importante es la “Tasa Específica de Absorción” (TAE, o SAR por sus siglas en inglés) que se relaciona con la energía absorbida por el cuerpo humano.

La relación entre la TAE y el nivel de densidad de potencia del campo electro-

magnético, se mide en  $w/m^2$  o  $mw/cm^2$ , pudiéndose observar los distintos valores en función de la distancia (en metros) desde la antena, *figura 3*.

### Efectos y riesgos

¿Qué efectos y riesgos producen las emisiones radioeléctricas sobre el cuerpo humano? Pues, principalmente puede producir calentamiento.

Se debe tener en cuenta que, dentro ciertos límites, el organismo humano dispone de mecanismos de termorregulación cuya misión es mantener la temperatura corporal. Tomar el sol supone una exposición a las radiaciones electromagnéticas de la luz solar, siendo de sobra conocido que deben tomarse ciertas precauciones. Del mismo modo, las emisiones radioeléctricas utilizadas en las telecomunicaciones deben funcionar dentro de los márgenes considerados científicamente seguros.

De acuerdo con la opinión generalizada de las autoridades científicas, no hay evidencia de que el uso de teléfonos móviles pueda causar efectos nocivos para la salud. Algunos estudios sugieren

que las emisiones radioeléctricas de los teléfonos móviles podrían causar sutiles cambios fisiológicos, fundamentalmente un incremento de la temperatura corporal, que no entrañan riesgos para la salud.

Así recordemos que una TAE de 4 w/kg, se considera dentro de los márgenes en los que el organismo humano dispone de mecanismos de autorregulación de la temperatura corporal. Además la normativa fija unos límites máximos para los valores de TAE y densidad de potencia unas 50 veces inferiores a los considerados inocuos.

### Normativas y límites de las emisiones radioeléctricas utilizadas en las telecomunicaciones

La Recomendación del Consejo 1999/519/CE, de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz). Diario Oficial nº L199 de 30/07/99, pp: 0059-0070) establece unos valores máximos de determinados parámetros, 50 veces por debajo de los que científicamente se han comprobado que son inocuos. El Gobierno está adaptando nuestra normativa legal a esta recomendación europea, respetando todo su contenido. Esta normativa debe satisfacer los deseos de la sociedad y su cumplimiento riguroso debería tranquilizar a los ciudadanos respecto de las instalaciones de sistemas de telecomunicación.

Los límites establecidos para la densidad de potencia en la Unión Europea, a través de la Recomendación del Consejo citada anteriormente, establece una Tasa de Absorción Específica máxima de 0,08 w/kg que para las frecuencias utilizadas en telefonía móvil (900 y 1.800 MHz), corresponden a unos límites de 0.45 y 0.9 mw/cm<sup>2</sup>, respectivamente, para la densidad de potencia. Para las frecuencias utilizadas en los sistemas de telefonía fija vía radio este límite es 1 mw/cm<sup>2</sup>.

Se podrá observar en la figura 3, como los valores (mw/cm<sup>2</sup>) de las emisiones de una antena de alta ganancia, se aleja de los límites establecidos anteriormente en dicha normativa.

Además para tranquilidad de los ciudadanos se puede comprobar que las instalaciones cumplen la normativa, mediante la existencia de un proyecto técnico y la certificación de fin de obra firmada por un ingeniero de telecomunicación, y visados por el Colegio profesional correspondiente, que verifique

que la instalación cumple los niveles de referencia establecidos en la normativa. La normativa española establece la obligación para los operadores de presentar una certificación de la conformidad a la normativa vigente de las instalaciones que estén en funcionamiento, en el plazo de tres meses a partir de su entrada en vigor. Esta certificación será igualmente necesaria para la puesta en funcionamiento de nuevas estaciones.

### Evidencia científica

¿Perjudican a la salud las antenas de telefonía móvil? No existe evidencia científica de que la exposición a campos electromagnéticos tengan efectos perjudiciales para la salud, siempre que se asegure que se respetan los límites máximos establecidos en la normativa.

Se quiere significar una serie de puntos clave:

a) Existe suficiente investigación científica sobre la radiación en radiofrecuencias, siendo lo suficientemente adecuada para poder establecer las normativas pertinentes para salvaguardar la salud de los ciudadanos.

b) La exposición a radiación en radiofrecuencias puede ser peligrosa si es lo suficientemente intensa. Los posibles daños incluyen cataratas, quemaduras de piel, quemaduras internas, agotamiento por calor y golpes de calor.

c) Los efectos biológicos de la radiación en radiofrecuencias dependen de la tasa de energía absorbida; y dentro de un amplio rango de frecuencias (de 1 a 10.000 MHz), la frecuencia no tiene casi importancia.

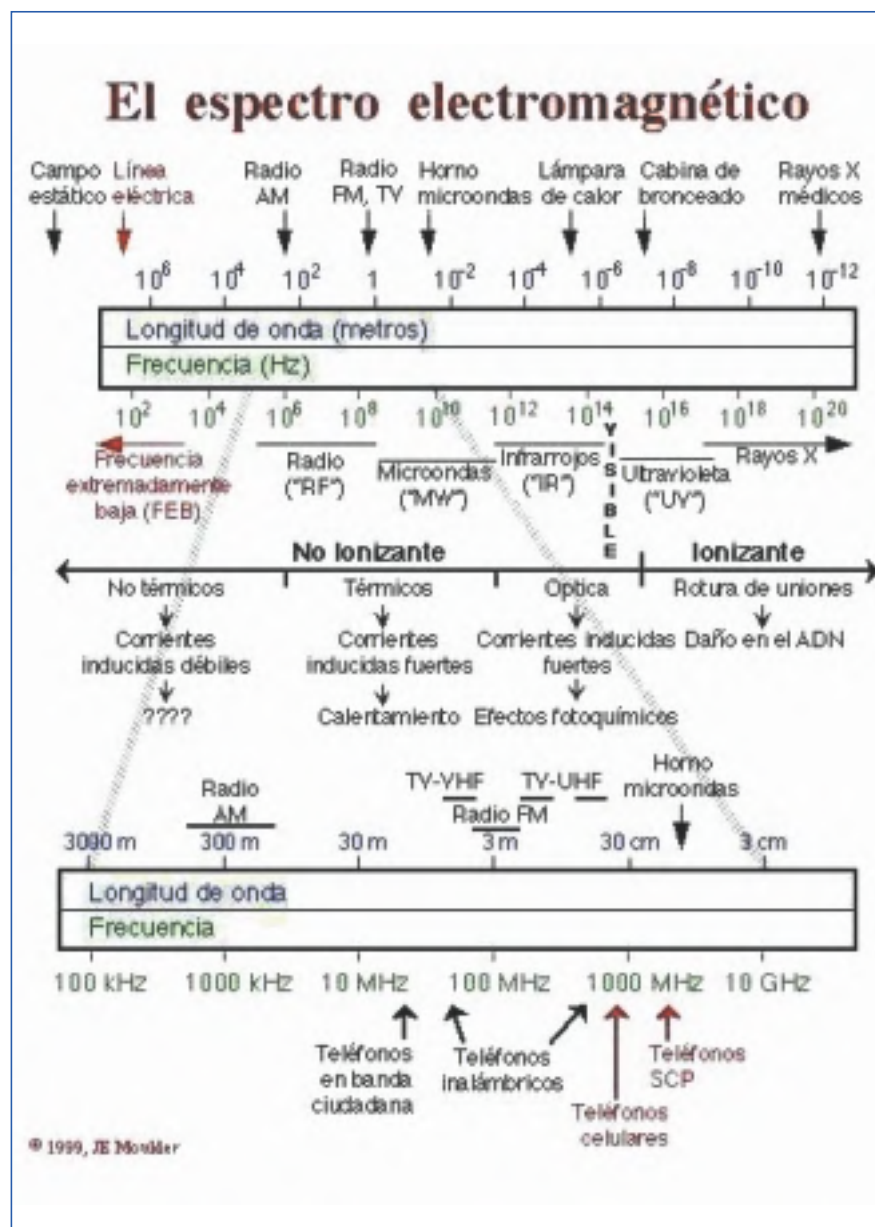


Figura 1. El espectro electromagnético.

d) Los efectos biológicos de la radiación en radiofrecuencias son proporcionales a la tasa de energía absorbida, y la duración de la exposición no tiene casi importancia.

e) No se han detectado efectos biológicos consistentes por debajo de una cierta tasa de energía absorbida en todo el cuerpo (TAE), tal como se vio anteriormente.

### Instalación de las estaciones base

Se debe tener en cuenta que, para conseguir suficiente cobertura, las antenas de las estaciones base deben situarse en puntos relativamente altos en relación al

entorno que las rodea, debiendo haber suficientes estaciones base para que puedan comunicar a la vez muchos usuarios. Esto obliga, en zonas urbanas, a instalar las estaciones base en las azoteas de los edificios.

La concentración de antenas en uno o varios puntos fuera de los núcleos urbanos requiere la realización de estudios de cobertura y analizar las condiciones resultantes en cuanto a las emisiones radioeléctricas en el entorno inmediato a la ubicación de las antenas (potencia radiada, efecto acumulativo de las radiaciones de las antenas adyacentes, cumplimiento de los niveles de referencia establecidos en las normativas aplicables

sobre seguridad para las personas, etc.), teniendo en cuenta que la reducción del número de estaciones-base de telefonía móvil desplegadas obliga a aumentar la potencia radiada por las estaciones base desde la ubicación única. No siempre resulta ser ésta la mejor solución.

Como consecuencia de los razonamientos anteriores no está justificada la actuación de cientos de ayuntamientos que han elaborado unas ordenanzas muy restrictivas. Produciéndose la retirada masiva de las antenas de móviles de los núcleos, dejando a los usuarios de móviles sin cobertura telefónica. Lo que sí debe exigirse es el proyecto técnico y la certificación fin de obra referida a los niveles reales y el diagrama de cobertura de la emisión radioeléctrica. Por tanto, si se cumple la normativa, hay una elevada seguridad de que no afectará a la salud dichas radiaciones electromagnéticas.

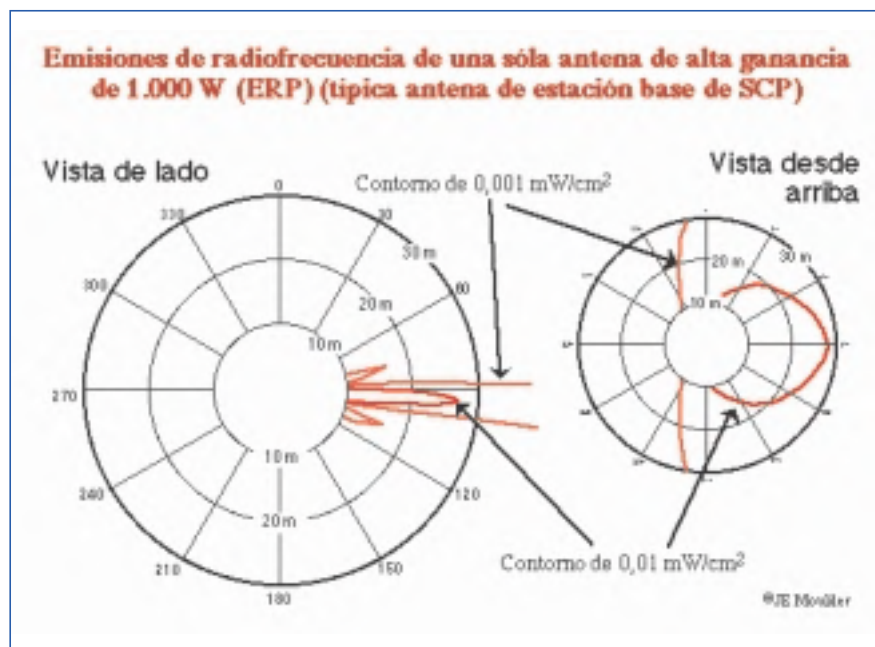


Figura 2. Diagrama de radiación antena base (telefonía móvil).

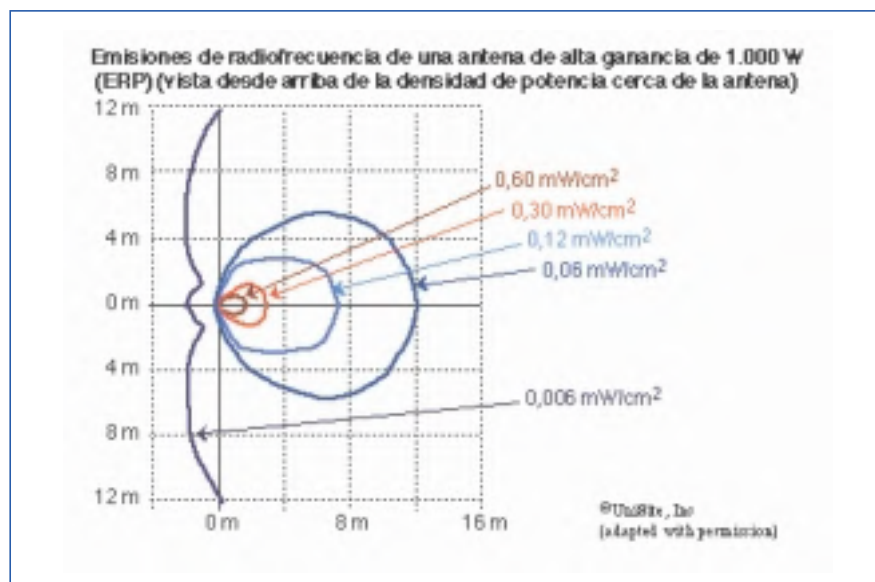


Figura 3. Densidad de potencia (antena móvil).

### Bibliografía

- K.R. Foster, L.S. Erdreich y J.E. Moulder *Weak Electromagnetic Field And Cancer Int The Context Of Risk assessment*. Proc. IEEE 85: 731-746.1997.
- J.A. Dándrea. *Behavioral evolution of microwave irradiation*. Bioelectromag 20: 64-74. 1999.
- V. Ortega Castro. *Introducción a la teoría de microondas*. U.P.M.E.T.S.I.T.
- J.M. Hernando Rábanos. *Sistemas de telecomunicación*. U.P.M.E.T.S.I.T.
- J.E. Moulder. *Campos electromagnéticos y salud humana*. Medical College of Wisconsin (EEUU). 2001.
- R.D. 1066/2001, de 28 de septiembre sobre el reglamento de las condiciones, restricciones y medidas a las emisiones radioeléctricas.
- El COIT y las emisiones radioeléctricas*. Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación. 2002.
- M.H. Repacholi. *Health risks from the use mobile phones*. Toxicol let 120. Pag. 323-331. 2001.
- M. Frurkin, A. Jacobson. *Celular phones and risk of brain tumors*. C.A. Cancer J. Clin 51. Pag. 137-141. 2001.

## AUTOR

**José Carlos Jiménez Sabio**

jcjimenez@radiovision.es

Ingeniero de telecomunicación por la Escuela Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid (UPM). Ingeniero técnico industrial (Electricidad) por la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Madrid (UPM). Gerente del Centro Comercial Radiovisión. Especialista en seguridad de redes, comercio electrónico e internet. Profesor-tutor de Ingeniería Técnica en Informática (Sistemas y Gestión) de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).