



# 5G, Internet de las cosas (IoT) y Accesorios tecnológicos

**¿Cómo afectan los nuevos usos de las  
tecnologías inalámbricas a las emisiones  
electromagnéticas?**

Septiembre de 2017



### Acerca de GSMA

La Asociación GSM (GSMA) representa los intereses de 800 operadores móviles a nivel mundial y aglutina más de 300 empresas pertenecientes al gran ecosistema de las tecnologías móviles, entre los que se incluyen los fabricantes de teléfonos y dispositivos, compañías de software, suministradores de equipos y proveedores de internet así como otras organizaciones afines al sector. Dicha asociación organiza también los encuentros más relevantes de la industria como el Mobile World Congress, Mobile World Congress Shanghai, Mobile World Congress de las Américas y las conferencias de Mobile 360.

Para más información, consulte la página web corporativa de GSMA en [www.gsma.com](http://www.gsma.com)

Siga GSMA en Twitter

[@GSMA](https://twitter.com/GSMA) y [@GSMAPolicy](https://twitter.com/GSMAPolicy)

# Índice

<b>1. CONTEXTO</b>	<b>2</b>
<b>2. CUESTIONES GENERALES</b>	<b>4</b>
<b>3. PREGUNTAS Y RESPUESTAS SOBRE 5G</b>	<b>12</b>
<b>4. PREGUNTAS Y RESPUESTAS SOBRE INTERNET DE LAS COSAS (IOT)</b>	<b>20</b>
<b>5. PREGUNTAS Y RESPUESTAS SOBRE LOS ACCESORIOS TECNOLÓGICOS</b>	<b>24</b>
<b>RECURSOS DONDE AMPLIAR LA INFORMACIÓN/SIGLAS</b>	<b>28</b>

# 1

# Contexto

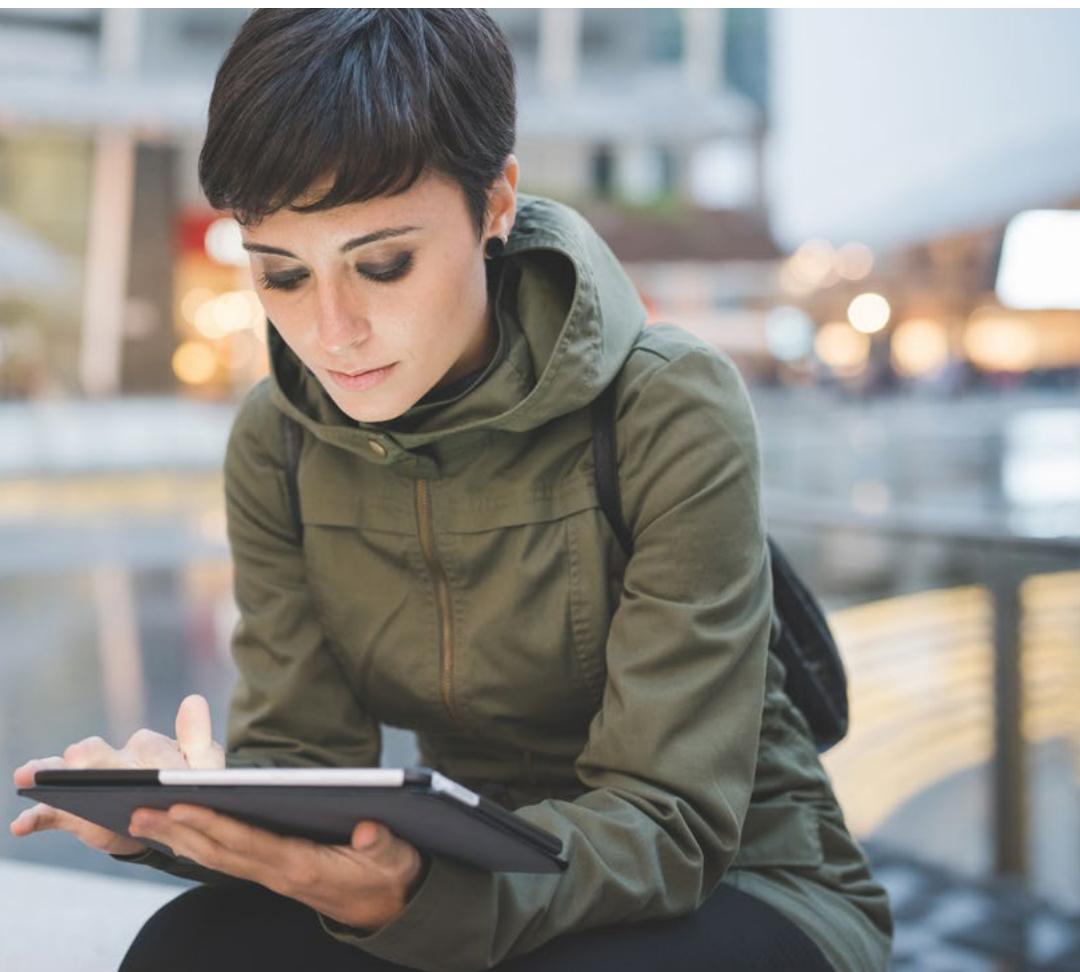


Existe un gran interés por las nuevas aplicaciones de la tecnología móvil, especialmente por la tecnología de quinta generación (5G); Internet de las Cosas (IoT), también conocido como comunicación máquina a máquina (M2M) y los complementos o accesorios tecnológicos con los que nos equipamos. La GSMA ha elaborado el presente documento para dar respuesta a las dudas relacionadas con la exposición a las señales de radiofrecuencia (RF) que utilizan las nuevas redes y dispositivos.

Las redes y los dispositivos inalámbricos intercambian información (voz o datos) a través de señales de RF, un tipo de energía electromagnética conocida también como campos electromagnéticos (EMF). Las señales radioeléctricas forman parte de la vida cotidiana, las emisiones son causadas por recursos naturales como el sol y la tierra y por fuentes artificiales como las redes inalámbricas, la TV y las emisiones de radio.

En el diseño de las nuevas aplicaciones como 5G, Internet de las Cosas o los accesorios tecnológicos se contempla el cumplimiento de los límites de exposición permitidos. Existen unas directrices internacionales sobre exposición que se han desarrollado como resultado de una profunda labor de investigación realizada a lo largo de muchas décadas. Dichas directrices no se centran únicamente en la tecnología y se actualizan periódicamente. Todas los análisis que han llevado a cabo autoridades de salud pública independientes, grupos de expertos y la Organización Mundial de la Salud (OMS) coinciden en que estas directrices garantizan la protección para todas las personas (niños incluidos) ante cualquier tipo de peligro para la salud.

Este documento comienza dando respuestas a cuestiones de índole general y continúa con respuestas concretas para 5G, IoT y para los accesorios tecnológicos. En las últimas páginas se detallan algunas fuentes donde conseguir información adicional así como un glosario con la explicación de las siglas.



# 2

## Cuestiones generales



## ¿Son necesarios nuevos límites de exposición para las nuevas aplicaciones de las tecnologías inalámbricas?

No, las actuales directrices internacionales aplican también a las nuevas aplicaciones inalámbricas. La Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP)<sup>1</sup> es la entidad que ha desarrollado las directrices internacionales relativas a los niveles de exposición. Dicha Comisión es una organización no gubernamental independiente que cuenta con el reconocimiento oficial de la OMS.

Las directrices internacionales sobre los límites de exposición se desarrollaron a partir de toda la literatura científica ratificada por expertos, incluyendo los efectos térmicos y no térmicos. Las directrices se basaban en las evaluaciones de los efectos biológicos que se establecieron como nocivos para la salud. La OMS recomienda que todos los países adopten las directrices de la ICNIRP.

Las pruebas disponibles han sido analizadas por muchos grupos de expertos independientes. La página web de GSMA<sup>2</sup> contiene un cuadro con todos estos informes desde el año 1978.

Las directrices de la ICNIRP sobre límites de exposición para frecuencias de hasta 300 GHZ se publicaron en 1998 y se han ido revisando y actualizando desde entonces. Ya han finalizado y se han publicado las revisiones de las partes estáticas y de baja frecuencia. En la actualidad ICNIRP está revisando las directrices que rigen los límites de exposición en el rango de frecuencias entre 100 kHz y 300 GHz. Se espera que éstas estén listas a lo largo de 2018. Puede que lleve algún tiempo adoptar cambios normativos a nivel nacional. Sin embargo, mientras tanto, la posición de ICNIRP es que resulta improbable que existan efectos adversos a la salud asociados a la exposición a emisiones electromagnéticas que estén por debajo de los umbrales establecidos.

La principal conclusión de los análisis de la OMS es que las exposiciones de RF que están por debajo de los límites recomendados por las directrices internacionales de la ICNIRP no parecen tener ninguna efecto conocido en la salud.

**Organización Mundial de la Salud: Estándares y directrices de los Campos Electromagnéticos (EMF)<sup>3</sup>**

## ¿Existe algún tipo de investigación sobre los posibles riesgos para la salud que pueda provocar la exposición a estas nuevas tecnologías y aplicaciones inalámbricas?

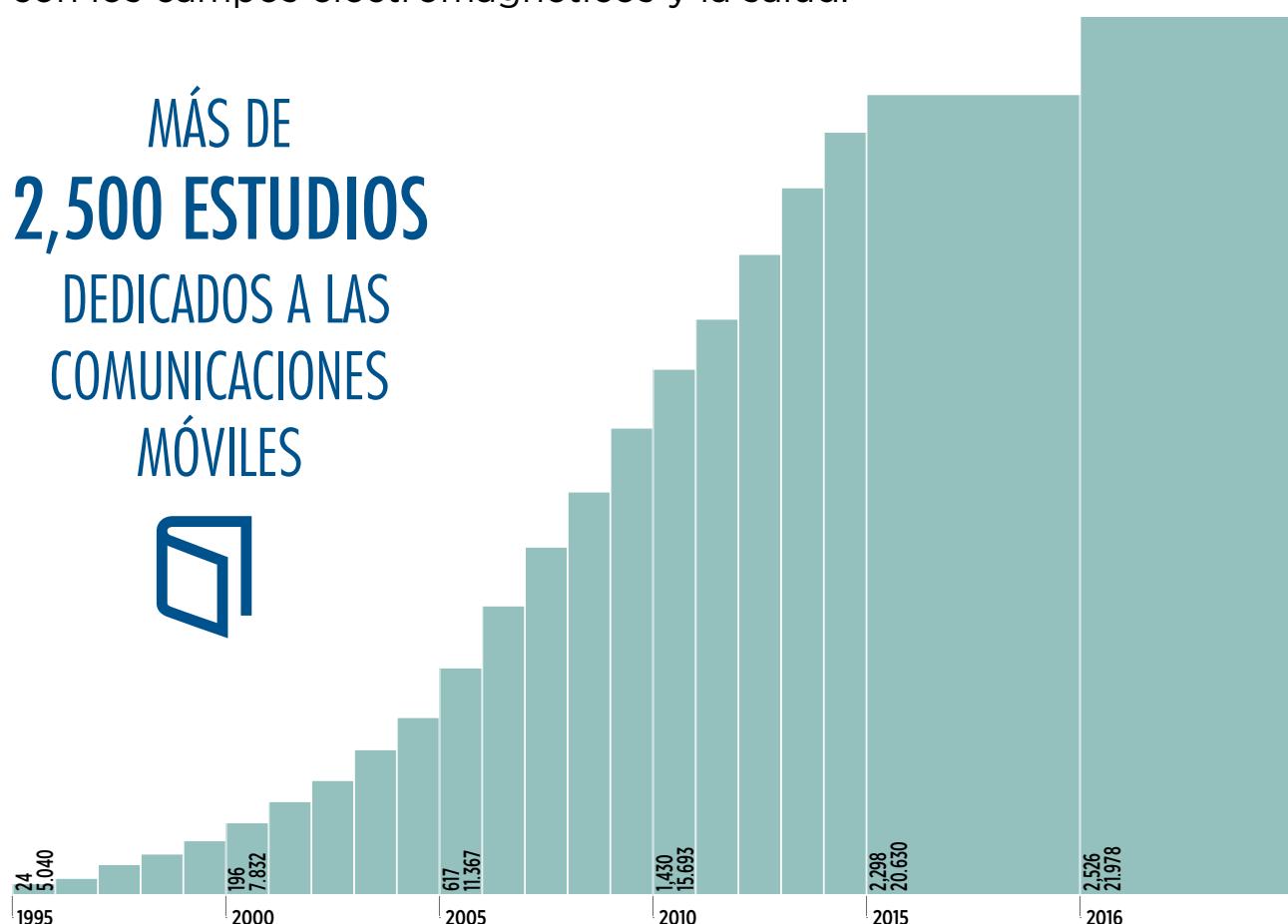
Como se muestra en la Figura 1 existe un cuerpo importante y creciente de publicaciones relacionadas con los campos electromagnéticos y la salud. Las barras verticales muestran el número total de publicaciones que existen para todos los rangos de frecuencia. El número de estudios dedicados a las frecuencias de las comunicaciones móviles se especifica en el número más bajo junto al eje de los años.

Para información adicional acerca de nuevas investigaciones y estudios individuales consultar la base de datos del portal web EMF que mantiene la universidad RWTH Aachen de Alemania: <https://www.emf-portal.org/en>

1. <http://www.icnirp.org/>  
2. <http://www.gsma.com/publicpolicy/consumer-affairs/emf-and-health/expert-reports>  
3. <http://www.who.int/peh-emf/standards/en/>

Figura 1

Creciente número de investigaciones relacionadas con los campos electromagnéticos y la salud.



Datos obtenidos del portal EFM en [www.emf-portal.org](http://www.emf-portal.org) (diciembre de 2016). Los números más bajos se refieren a los estudios sobre "comunicaciones móviles" y los más altos a "todos los temas" y "todos los rangos de frecuencia". Datos cedidos por Mobile & Wireless Forum.

Las características de las señales de radio de las nuevas aplicaciones inalámbricas son parecidas a las de las tecnologías móviles existentes. De hecho, las nuevas aplicaciones utilizan potencias de transmisión similares y operan en los mismos rangos de frecuencia. Un comité de expertos de la Comisión Europea ha concluido que el conocimiento actual

que tenemos sobre cómo interactúan los campos electromagnéticos con el cuerpo humano puede utilizarse para establecer los límites de exposición de todo el rango de frecuencias hasta 300 GHz. Por tanto, las evaluaciones existentes sobre el riesgo para la salud siguen siendo válidas independientemente de la tecnología inalámbrica para todo el rango de frecuencias.



Se han establecido varios mecanismos de interacción que permiten extrapolar los resultados científicos a todo el rango de frecuencias y a la evaluación del riesgo para la salud de la banda ancha. Se han utilizado para formular directrices que limiten las exposiciones a la RF en todo el rango de frecuencia de los campos estáticos a 300 GHz.

**Comité científico de la Comisión Europea (2015)<sup>4</sup>**



4. Dictamen final, adoptado el 27 de enero de 2015, sobre los posibles efectos en la salud provocados por la exposición a campos electromagnéticos (EMF) del Comité Científico de los Riesgos Sanitarios Emergentes (SCENIHR). Dicho Comité explica que en las frecuencias que se utilizan para los servicios móviles, la absorción de energía radioeléctrica y el subsiguiente calentamiento de tejido es el principal mecanismo.

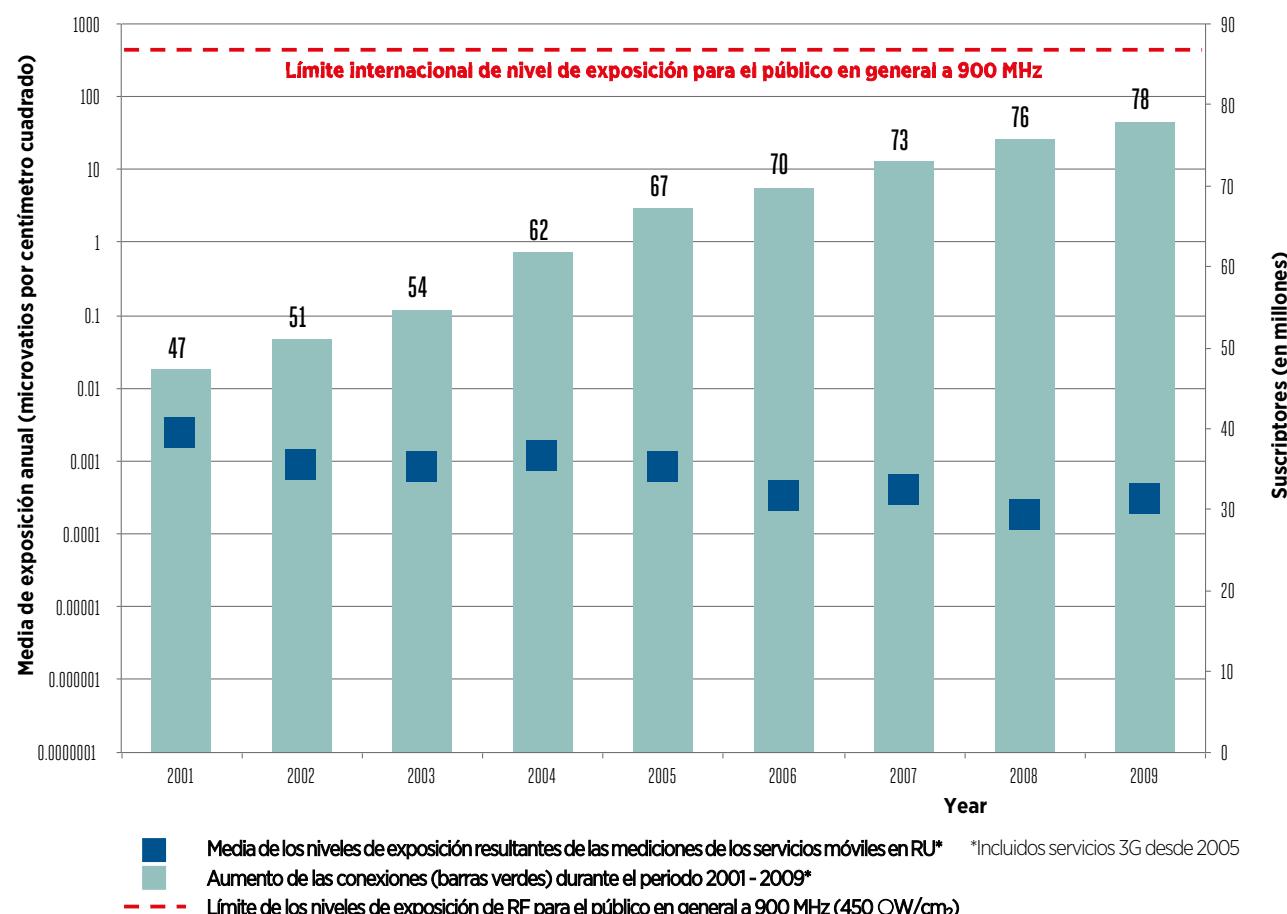
## ¿Implica el aumento del uso de dispositivos inalámbricos una exposición más prolongada y, por tanto, mayor riesgo?

Puede producirse un pequeño aumento en un punto concreto en el momento de incorporar 5G a un emplazamiento o cuando se dota de cobertura a una zona nueva. Los avances en el diseño de las estaciones base y las nuevas tecnologías de comunicaciones móviles ofrecen mayor capacidad con mayor efectividad. Todas las tecnologías móviles, incluido 5G, están diseñadas para minimizar la potencia y reducir las interferencias del sistema. En resumidas cuentas, con la incorporación de los transmisores 5G, la exposición total a las ondas de radio seguirá siendo muy baja en relación a los límites de exposición internacionales.

De acuerdo con las mediciones de las tecnologías inalámbricas existentes, se estima que no se producirá un aumento significativo en la exposición total. Tal como se muestra en la Figura 2 la media anual de las mediciones de exposición de los servicios móviles en el Reino Unido no aumentó en un periodo en el que se produjo un aumento sustancial del número de suscriptores y el lanzamiento de los servicios 3G (2005).

Figura 2

### Exposición a las ondas de radio en Reino Unido (2001-2009)<sup>5</sup>



Media de los niveles de exposición resultantes de las mediciones de los servicios móviles del RU (cuadros azules) y aumento de las conexiones (barras verdes) durante el periodo 2001-2009. Servicios GSM sólo desde 2001 hasta 2004. GSM y servicios 3G desde 2005. Se muestra también el límite internacional (ICNIRP,1998) de niveles de exposición de RF para el público en general a 900 MHz ( $450 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) como el límite más restrictivo en dicho rango de frecuencias. Origen de los datos: GSMA, OFCOM y Wireless Intelligence data.

5. Las conexiones no incluyen la tecnología celular M2M. En el informe OFCOM se redujo significativamente el número de emplazamientos sujetos a medición anual tras 2009 y desde 2013 las mediciones se realizan bajo petición y los datos que aportan no son suficientes para su inclusión.

Varios estudios han demostrado que los niveles de exposición de las redes móviles han permanecido relativamente constantes durante muchos años (con una pequeña variación anual) a lo largo de distintos países y continentes y en distintas tecnologías. Se han encontrado tendencias similares en los datos de otros países de Europa, América del Norte y África. Los niveles de exposición de las redes móviles han permanecido relativamente constantes durante muchos años (con una pequeña variación anual) a lo largo de distintos países y continentes y en distintas tecnologías. Incluso cuando hay evidencia de un aumento en algunas áreas locales provocadas por la mejora de la cobertura inalámbrica, los niveles generales siguen estando por debajo de lo que indican las directrices internacionales.

Los análisis de las mediciones realizadas a lo largo de los últimos 10 años en más de 25 países del mundo muestran que el nivel medio

de señales de RF en el entorno producidas por los sistemas de comunicaciones móviles suelen ser inferiores a  $0.1\mu\text{W}/\text{cm}^2$  (microvatos por centímetro cuadrado<sup>6</sup>). A modo de comparación, el límite internacional recomendado para el público general en la frecuencia de comunicaciones móviles tan ampliamente utilizada es de  $450\ \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Por tanto, las exposiciones que suelen producirse están miles de veces por debajo del límite de exposición para el público general.

Muchas de las nuevas aplicaciones inalámbricas en el ámbito de IoT y de los accesorios o complementos tecnológicos funcionan a niveles muy bajos y a menudo sólo transmiten de forma intermitente.

Hay que tener en cuenta también que para todas las tecnologías inalámbricas, la exposición de las antenas se reduce rápidamente con la distancia.

## He oído que las señales radioeléctricas se clasificaron como carcinógenos humanos en potencia, ¿qué significa esto?

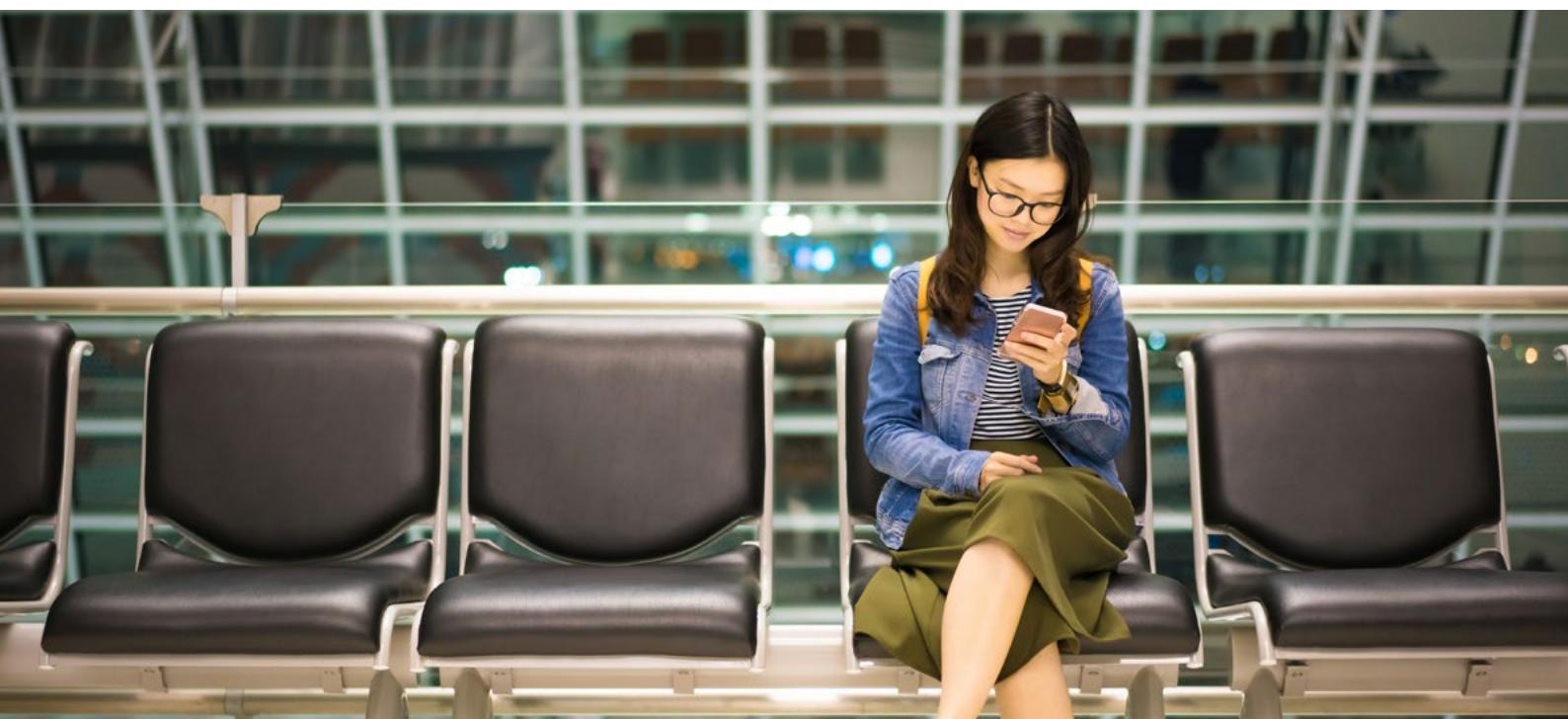
En mayo de 2011 un grupo de trabajo de la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) clasificó los campos electromagnéticos de RF como posibles carcinógenos para los humanos (Grupo 2B). La OMS explica que esta es una categoría que se utiliza cuando una asociación casual se considera creíble pero no puede confirmarse porque existen en ella elementos confusos, productos del azar u opiniones sesgadas.

Conviene recalcar que tras dicha clasificación, la OMS no ha recomendado que se realice ningún cambio en los límites de exposición aplicables a las redes y dispositivos inalámbricos. Se han iniciado nuevas investigaciones para intentar resolver dichas dudas.

La clasificación de la IARC se fundamenta en la evidencia relacionada con los dispositivos inalámbricos que se utilizan en contacto con la cabeza. Existe cierta incertidumbre sobre cómo interpretar los datos disponibles. Con respecto a las fuentes ambientales (estaciones de base de red móvil, antenas de transmisión, redes Wi-Fi) y la exposición de los trabajadores de RF, las evidencias se consideraron no concluyentes.

La OMS está llevando a cabo una evaluación general del riesgo de todos los problemas de salud relacionados con las exposiciones radioeléctricas. Se espera que el informe final denominado "Monografía" esté listo a lo largo de 2018.

6. Ésta es una unidad de medición de emisión electromagnética en términos de densidad de potencia.



## ¿Qué aconseja la Organización Mundial de la Salud sobre los teléfonos móviles y la salud?

La postura de la OMS<sup>7</sup> respecto a los efectos de los teléfonos móviles para la salud es la siguiente:



Se han llevado a cabo una gran cantidad de estudios en las últimas dos décadas para evaluar si los teléfonos móviles representan un riesgo potencial para la salud. Hasta la fecha, no se ha confirmado que el uso de la telefonía móvil produzca efectos nocivos para la salud.



Con respecto a los efectos a largo plazo la OMS explica:



Al no haberse establecido un aumento del riesgo de tumores cerebrales, el uso cada vez mayor de los teléfonos móviles y el desconocimiento sobre el uso de los mismos durante períodos de más de 15 años, justifica que se siga investigando la relación entre los teléfonos móviles y el riesgo de cáncer cerebral. En concreto, debido a la reciente popularidad que han adquirido los teléfonos móviles entre la población más joven, hecho que implica una exposición potencialmente más duradera a lo largo de la vida, la OMS ha promocionado que se investigue más a este colectivo. En la actualidad se están llevando a cabo varios estudios que analizan los posibles efectos sobre la salud de niños y adolescentes.



7. Campos electromagnéticos y salud pública: teléfonos móviles, hoja informativa nº 193 de la OMS, octubre de 2014

## He oído que el riesgo para los niños puede ser aún mayor, ¿de qué forma podemos protegerlos ante la omnipresencia de las señales de RF?

Todos los estudios científicos independientes que se han realizado llegan a la misma conclusión, que las directrices internacionales protegen a todas las personas, incluidos los niños. Actualmente se están realizando una serie de estudios específicos para los más jóvenes y este tema sigue siendo un área de investigación abierta. Las directrices de exposición internacionales se han elaborado de acuerdo a premisas conservadoras con el fin de proteger a todas las personas.



De las pruebas científicas se desprende que la exposición a la RF no representa ningún peligro para ningún tipo de usuario de telefonía móvil, incluidos los niños y los jóvenes.

**Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (2014)<sup>8</sup>**



A pesar de la gran cantidad de investigaciones que se han realizado en este campo, no existen pruebas concluyentes de que la exposición a los campos de radiofrecuencia que están por debajo de los niveles estipulados afecten en absoluto a niños y adultos.

**Agencia de protección sanitaria del Reino Unido (2012)<sup>9</sup>**



No existe ninguna evidencia científica de que se produzca una influencia negativa por la exposición a campos electromagnéticos de los teléfonos móviles, antenas de las estaciones base o equipos de Wi-Fi en el desarrollo y funcionamiento del cerebro y en la salud de los niños.

**Consejo de Salud de Holanda (2011)<sup>10</sup>**



A modo de prevención y en caso de que exista algún riesgo para su salud, las autoridades nacionales de algunos países han recomendado restringir el uso de teléfonos y redes Wi-Fi a los más pequeños debido a la preocupación por su mayor vulnerabilidad y para limitar las exposiciones a lo largo de su vida. La OMS ha concluido que las actuales evidencias científicas no justifican tomar medidas concretas para grupos de población como niños o mujeres embarazadas.

8. <http://www.fda.gov/radiation-emittingproducts/radiationemittingproductsandprocedures/homebusinessandentertainment/cellphones/ucm116331.htm>

9. Efectos en la salud de los campos electromagnéticos de la radiofrecuencia - RCE 20, Grupo Asesor sobre Radiación No Ionizante (AGNIR), Agencia de Protección de la Salud, abril de 2012.

10. Consejo de Salud de Holanda Influencia de las señales de radiofrecuencia de las telecomunicaciones en los cerebros de los niños. La Haya: Consejo de Salud de Holanda, 2011; publicación no. 2011/20E

## Este tema sigue preocupándome, ¿de qué forma puedo reducir mi exposición?

Los teléfonos móviles están diseñados para reducir automáticamente la potencia al nivel más bajo posible con el fin de garantizar la calidad de la conexión. Cuando se utilizan en zonas con buena cobertura, la potencia de transmisión de los teléfonos móviles es baja. Para las personas que están muy sensibilizadas con este tema, la exposición a las señales de radio puede reducirse limitando el uso de los dispositivos inalámbricos o aumentando la distancia entre el dispositivo y el cuerpo.



CUANTO MEJOR SEA LA CONEXIÓN, MÁS  
BAJA SERÁ LA POTENCIA  
DE TRANSMISIÓN Y MAYOR EL TIEMPO  
DE CONVERSACIÓN

## ¿Haría bien en comprarme algún tipo de pantalla o escudo para proteger mi casa y mi familia contra estas señales?

No. El nivel de señal de RF de los dispositivos y redes inalámbricas ya es lo suficientemente bajo y normalmente está muy por debajo de los valores límite. La OMS<sup>11</sup> advierte: “La efectividad de los dispositivos que se venden para reducir la exposición a los campos de radiofrecuencia no ha quedado demostrada.”



Puesto que no se ha identificado ningún riesgo en las emisiones de los teléfonos móviles, no hay razones para creer que los accesorios que dicen actuar como escudos que protegen la cabeza ante dichas emisiones reduzcan los riesgos. Algunos productos que dicen proteger al usuario de la absorción de RF son carcasa especiales para el teléfono o simplemente accesorios metálicos que se incorpora al mismo. Los estudios demuestran que, por regla general, estos productos no funcionan tal y como publicitan. Salvo los kits de manos libres, los productos catalogados como “escudos protectores” pueden interferir en el correcto funcionamiento del teléfono. Pueden provocar que el teléfono tenga que aumentar la potencia para compensar la pérdida de señal lo cual lleva a un aumento de la absorción de RF.

**Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos<sup>12</sup>**



En 2015 la DGCCRF<sup>13</sup> (Dirección General Francesa de Competencia, Asuntos del Consumidor y Control del Fraude) investigó la venta de dispositivos de “protección” de los teléfonos móviles. Llegaron a la conclusión de que la venta de estos dispositivos viene a menudo acompañada de varias afirmaciones

que no han sido probadas. En la mayoría de los casos los fabricantes presentaron estudios de ámbito biológico y psicológico que no están oficialmente reconocidos. Además, las declaraciones de peligro a menudo se fundamentaban en un lenguaje fantasioso o totalmente inventado.

11. Los campos electromagnéticos y la salud pública: teléfonos móviles, hoja informativa nº 193 de la OMS, octubre de 2014

12. <http://www.fda.gov/radiation-emittingproducts/radiationemittingproductsandprocedures/homebusinessandentertainment/cellphones/ucm116331.htm>

13. <http://www.economie.gouv.fr/dgccrf/enquete-sur-dispositifs-anti-ondes-pour-telephone-mobile>

# 3

# Preguntas y Respuestas sobre la tecnología 5G

## Introducción a 5G

Aparte del concepto de que la tecnología 5G es mucho más rápida que las tecnologías actuales, promete también aplicaciones de alto valor económico y social que nos llevan hacia una sociedad cada vez más conectada en la que la movilidad jugará un papel aún más importante en la vida de las personas.

Como muestra la Figura 3, dos de las principales características técnicas son la velocidad en la transmisión de datos (el rendimiento) y el tiempo que tarda la transmisión de los datos por la red (el retardo, también conocido como latencia).

Muchas aplicaciones son compatibles con las actuales redes 4G pero algunas de ellas necesitarán 5G.

Los principales requisitos de 5G se muestran en la Figura 4. Entre ellos se incluye una mayor velocidad de los datos y mayor capacidad con menor latencia además de una reducción del uso energético y mayor efectividad del sistema.

Figura 3

## Matriz de servicios que utilizan 5G

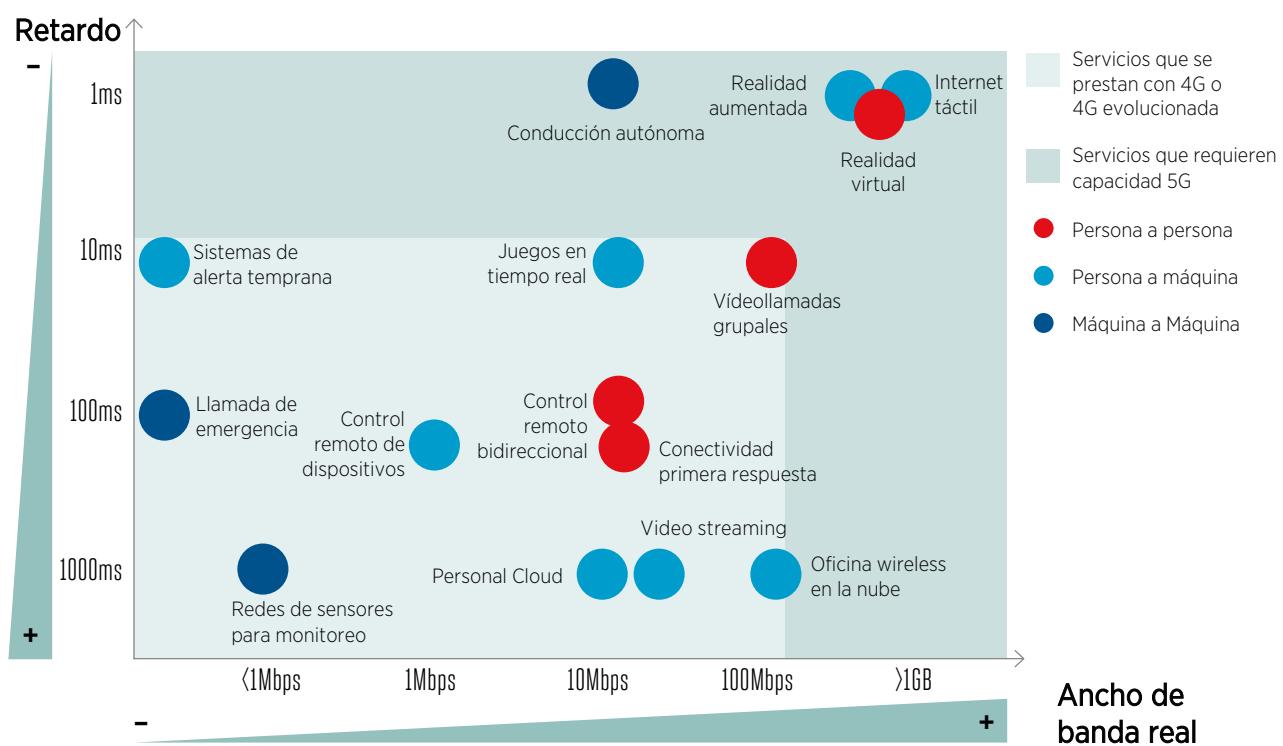


Figura 4

## Requisitos del 5G

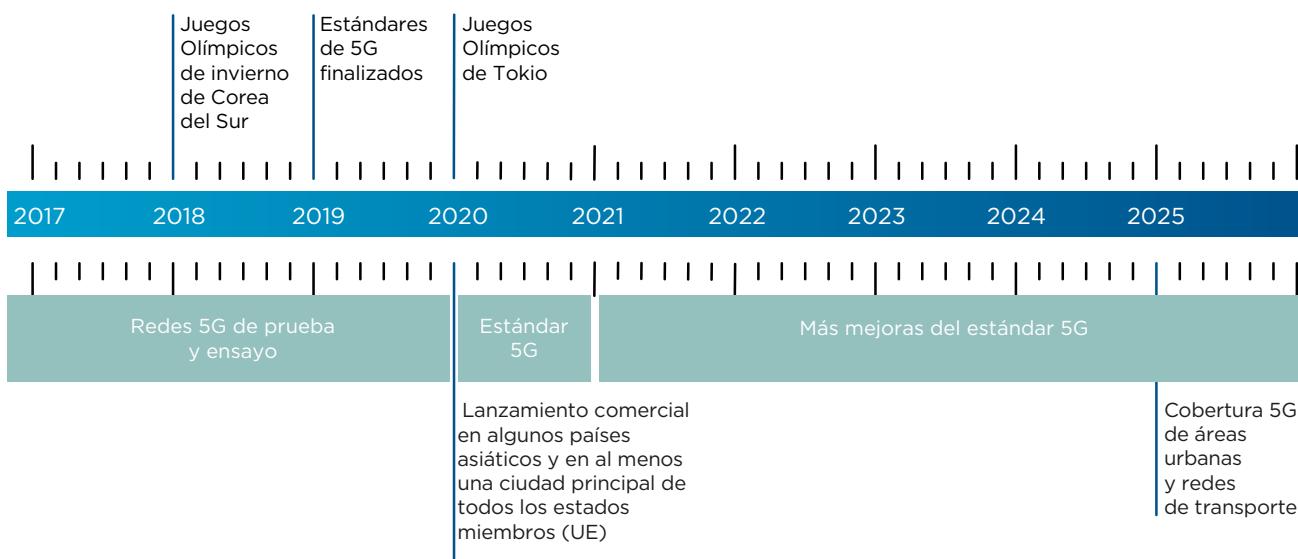


En estos momentos, la industria móvil, instituciones académicas y los gobiernos de los distintos países están analizando detenidamente las tecnologías que podrían utilizarse para 5G. Un enfoque sería utilizar una mezcla de tecnologías ya existentes como 2G, 3G, 4G, Wi-Fi y otras que aportasen mayor cobertura, disponibilidad y

densidad de red para soportar los requisitos de conectividad más exigentes de IoT. Además, puede que sea necesaria una nueva tecnología de radio para conseguir los objetivos de reducción del retardo, reducción de potencia y alta eficiencia. Como los estándares se encuentran aún en proceso de desarrollo, no es posible aventurar más en estos momentos.

Figura 5

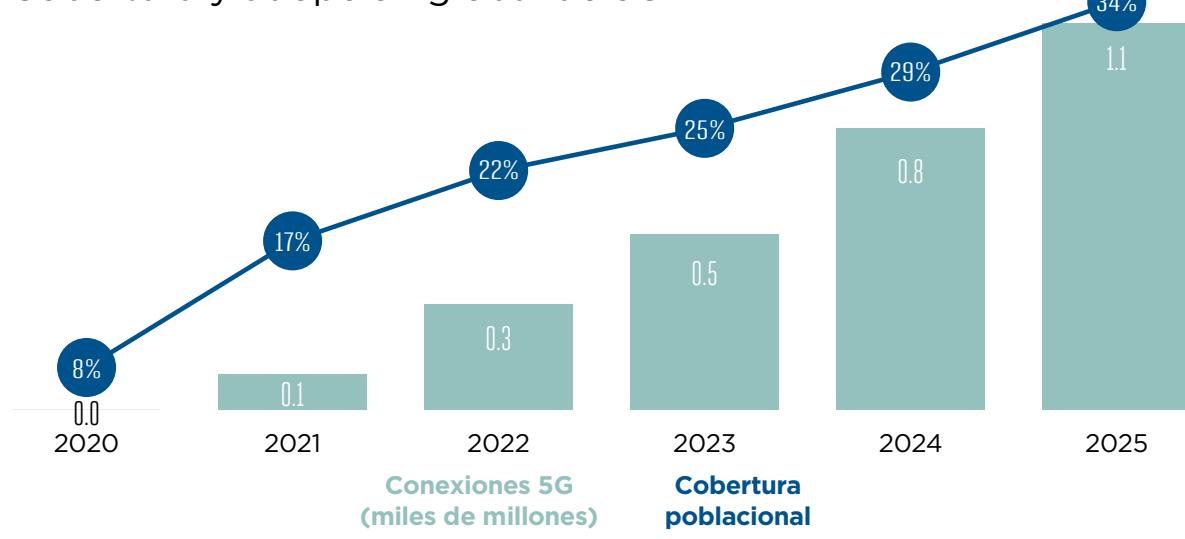
## Calendario de implantación de 5G



En algunos países ya hay redes de prueba. Las posibilidades que ofrece 5G quedarán evidenciadas en los Juegos Olímpicos de invierno de Corea del Sur en febrero de 2018. Una vez completados los estándares técnicos para 5G, las redes comerciales se lanzarán en 2020, a tiempo para los Juegos Olímpicos de Tokio. Se estima que habrá una disponibilidad total de 5G hacia 2025 tal y como muestra la Figura 6.

Figura 6

## Cobertura y adopción global de 5G

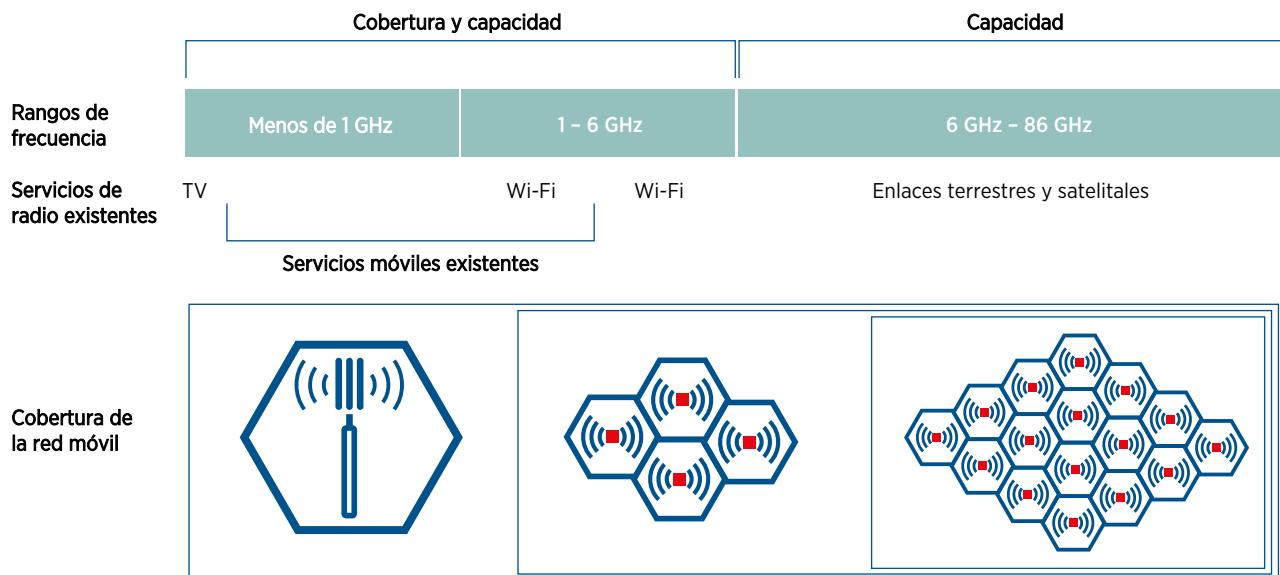


## He oido decir que se están utilizando frecuencias más altas, ¿conlleva esto niveles más altos de exposición?

No, las frecuencias más altas no implican mayores niveles de exposición. De hecho, las frecuencias más altas suelen implicar rangos más cortos y el aumento del ancho de banda disponible hace posible el aumento de la velocidad de los datos. Los experimentos actuales y los futuros despliegues utilizarán frecuencias que están ya cubiertas por los estándares de exposición existentes.

**Figura 7**

### El espectro de la tecnología 5G requiere tres rangos de frecuencia principales



Como se muestra en la Figura 7, la tecnología 5G requiere un espectro dentro de tres rangos de frecuencia principales para aportar cobertura total y dar soporte a todos los servicios previstos. Estos tres rangos son: Sub-1 GHz, 1-6 GHz y por encima de 6 GHz.

- Sub-1 GHz aportará cobertura total en zonas urbanas, suburbanas y rurales y contribuirá a dar soporte a los servicios IoT gracias a una mejor cobertura en interiores.
- 1-6 GHz ofrece una buena combinación de cobertura y capacidad. Aquí se incluye un espectro dentro del rango de 3.3 -3.8 GHz que se cree que será la base de muchos de los primeros servicios de 5G.
- Por encima de 6 GHz será necesario cubrir las velocidades de banda ancha ultra alta previstas para 5G. Habrá que prestar atención a las bandas superiores a los 24 GHz (se han identificado 28 GHz para 5G en los EE.UU).

Algunas de las posibles bandas para 5G están en frecuencias similares a las tecnologías móviles que ya están en uso. Las actuales tecnologías móviles de tercera y cuarta generación normalmente operan en varias bandas entre 700 MHz y 2.7 GHz. Wi-Fi opera a 2,45 y 5 GHz.

Las frecuencias más altas como 24-86 GHz se utilizan, sobre todo, para los radio enlaces punto a punto y satelitales. A estas altas frecuencias se las conoce también como ondas milimétricas. Las frecuencias de onda milimétrica se utilizarán para temas de capacidad además de para los despliegues masivos de microceldas.

A estas frecuencias la energía radioeléctrica es absorbida superficialmente por el cuerpo, principalmente por la piel. Existen estudios previos sobre los efectos biológicos de estas frecuencias y en la actualidad se están llevando a cabo nuevos análisis de exposiciones de ondas milimétricas.

## ¿Implican las velocidades más altas de datos mayor exposición a las redes?

Según los resultados de las actuales redes en prueba de 5G, se espera que los niveles de exposición máximos sean similares a los de los servicios móviles existentes que utilizan potencias de transmisión parecidas. Uno de los objetivos de los despliegues de 5G es ofrecer mayor velocidad de transmisión de datos. Esto es un requisito que satisfaría las altas expectativas y exigencias que los clientes demandan de las aplicaciones y servicios de las comunicaciones móviles, tanto en su entorno profesional como personal.

Con la introducción de nuevas tecnologías puede producirse un pequeño incremento del nivel de las señales de radio debido al hecho de que se activan nuevos transmisores. En algunos países el despliegue de 5G puede darse a la par que se cierran redes inalámbricas anteriores. Basándonos en la transición de las tecnologías inalámbricas anteriores podemos esperar que los niveles de exposición generales permanecerán relativamente constantes y por debajo de las directrices de exposición internacionales.

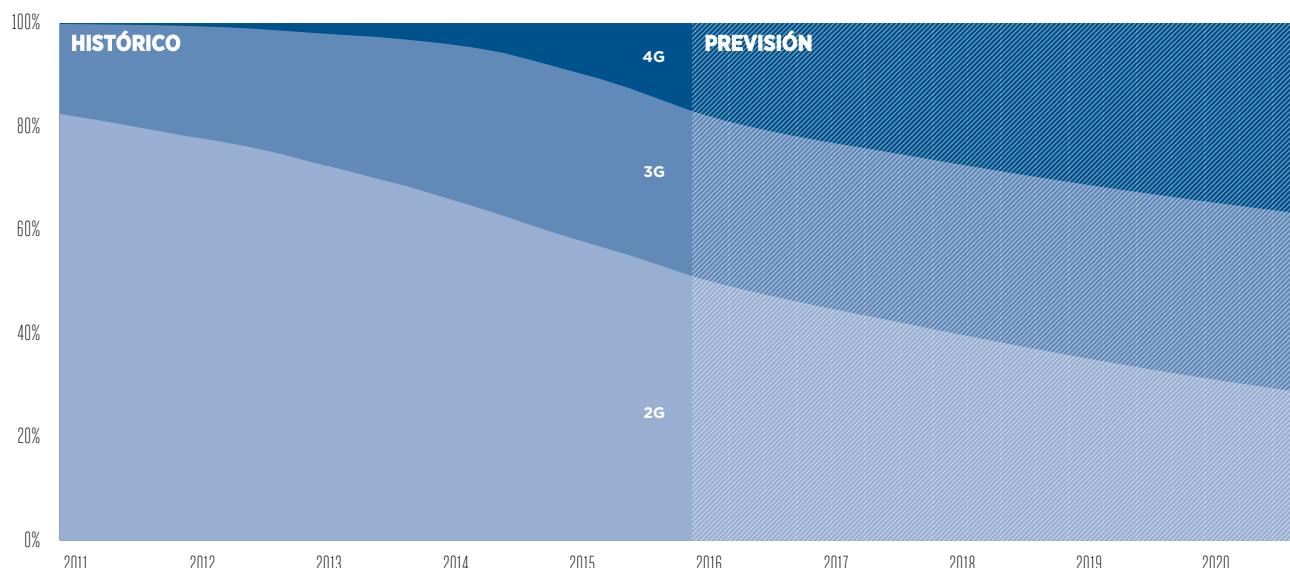
## ¿Sustituirá 5G las tecnologías de redes móviles existentes?

Puesto que los clientes esperan poder utilizar sus dispositivos móviles desde prácticamente cualquier lugar, en principio es posible que 5G se despliegue en paralelo con las tecnologías ya existentes. Los primeros despliegues de 5G se realizarán en lugares donde sea necesario complementar la capacidad de las redes actuales.

Posteriores despliegues se realizarán de acuerdo a la demanda. En la Figura 8 mostramos que esto fue lo que ocurrió con los despliegues del 4G. De esta manera se garantiza también una continuidad del servicio para los clientes pues podrán seguir utilizando sus dispositivos en las redes existentes.

Figura 8

### Cambio generacional – división prevista de la base de conexiones móviles





La Asociación GSM suele apoyar la eliminación de las restricciones tecnológicas para permitir el despliegue de nuevas tecnologías móviles dentro de las mismas bandas que otras tecnologías ya existentes. Si los gobiernos ofrecen flexibilidad a la hora de elegir la tecnología, los operadores de red podrán desplegar 5G en las frecuencias que se están utilizando actualmente

para la prestación de servicios móviles. En algunos casos podrán sustituirse las tecnologías móviles existentes y en otros casos se agregará otro tipo de tecnología de radio. La implantación podría retrasarse si se impone una nueva licencia con costes adicionales como condición para la prestación de los servicios soportados con 5G.

## ¿Se están haciendo pruebas de homologación para los dispositivos y redes 5G?

Los estándares de pruebas de homologación actuales son válidos para los equipos de red de 5G. Para los dispositivos 5G que operen en bandas de frecuencia superiores a las que utilizan actualmente los teléfonos móviles, tendrán que realizarse más pruebas y el Comité Técnico de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC)

ha puesto en marcha nuevos trabajos de homologación. Se espera que las directrices iniciales para las pruebas estén listas a tiempo para los ensayos con 5G a lo largo de 2018 y sirvan de base para la elaboración de una homologación internacional definitiva en torno a 2020.



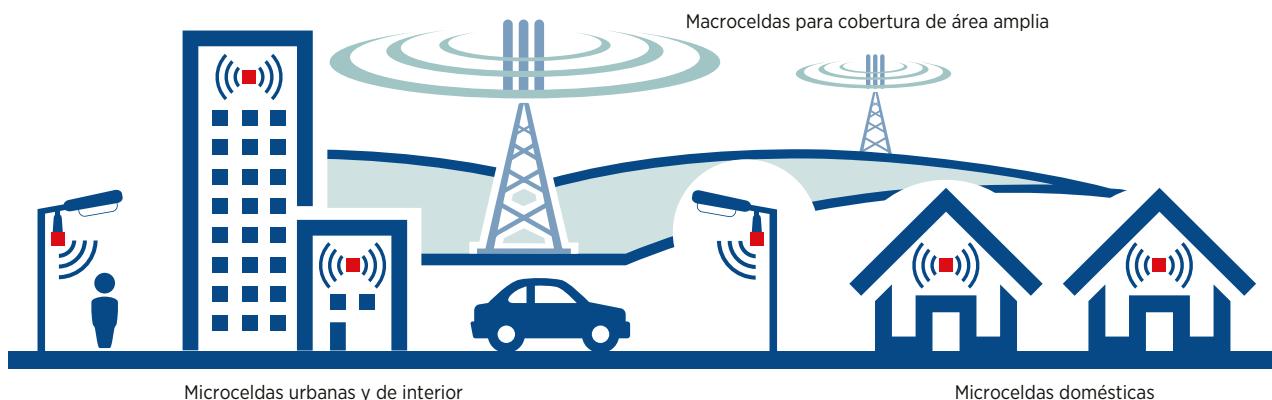
## ¿Habrá que instalar antenas en todas las esquinas y dentro de los edificios para la implantación de 5G? ¿Qué implicaciones visuales tendrá para el entorno?

Los objetivos de cobertura y capacidad de 5G junto con las avanzadas tecnologías de sus antenas implican que es probable que resulten necesarias nuevas antenas. En la medida de lo posible, las operadoras de red colocarán estas antenas en las emplazamientos ya existentes pero en otras ocasiones habrá que utilizar nuevos emplazamientos. Las redes móviles actuales están formadas por una combinación de emplazamientos con macroceldas que proporcionan cobertura de área amplia y celdas pequeñas o microceldas que mejoran la cobertura y aumentan la capacidad en un lugar determinado.

Estas reciben el nombre de redes heterogéneas o "hetnets", véase la Figura 9. "Microceldas" es un término genérico para los equipos de comunicaciones de baja potencia controlados por el operador (estaciones base) que ofrecen servicios móviles y de internet en zonas concretas. Las celdas pequeñas suelen tener un impacto visual bajo y un rango entre 10 metros y varios cientos de metros. Las macroceldas de red móvil normalmente prestan servicio a áreas más extensas. Para más información puede consultar la publicación de la GSMA sobre *Mejora de la conectividad inalámbrica gracias al despliegue de microceldas*.

Figura 9

### Representación de una red móvil heterogénea ("hetnet")



A lo largo de los próximos años aumentará la instalación de microceldas. Se calcula que habrá en torno a diez microceldas por cada macrocelda en las grandes superficies urbanas. Las microceldas se utilizan para obtener mayor cobertura y capacidad. Como las microceldas se encuentran más cerca de los usuarios de móviles, los teléfonos funcionarán de forma más eficaz, mejorará la velocidad de los datos y se reducirá la exposición del usuario.

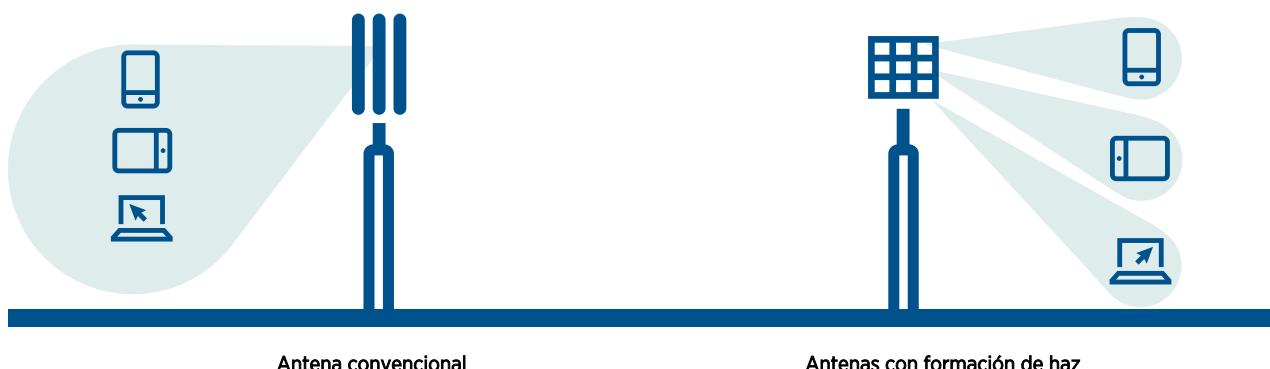
A lo largo de los próximos años aumentará la instalación de microceldas. Se calcula que habrá en torno a diez microceldas por cada macrocelda en las grandes superficies urbanas. Las microceldas se utilizan para obtener mayor cobertura y capacidad. Como las microceldas se encuentran más cerca de los usuarios de móviles, los teléfonos funcionarán de forma más eficaz, mejorará la velocidad de los datos y se reducirá la exposición del usuario.

## ¿Tendrán las antenas de la red 5G el mismo aspecto que las que tenemos ya en pueblos, ciudades, azoteas y campos?

Muchas de las antenas que se utilicen para 5G serán iguales que las que ya están instaladas en nuestro entorno. Las últimas tecnologías en antenas, como la de formación de haces, requiere el uso de un conjunto de antenas para optimizar la entrega de la señal de radio deseada a los dispositivos móviles conectados.

Figura 10

### Últimas tecnologías en antenas



Como se muestra en la Figura 10, una antena de estación base convencional transmite una señal de radio a un área amplia independientemente del número de usuarios que estén conectados. Las modernas antenas con formación de haces transmiten señales de radio únicamente a los usuarios que están conectados, reduciendo así la exposición no deseada.

La formación en haces involucra la combinación de la señales de varias antenas. Sin embargo, la operación en altas frecuencias implica que, aunque algunas puedan ser más grandes, se espera que el tamaño de la mayoría de las antenas sea similar a las de las instalaciones existentes.

## ¿Cuál será la extensión de las zonas de cumplimiento alrededor de los emplazamientos de antenas de la red 5G?

Es complicado responder a esta pregunta en estos momentos ya que los estándares técnicos para las redes y dispositivos de quinta generación aún se encuentran en fase de desarrollo. Se espera que la extensión de la zona de cumplimiento de las antenas 5G será parecida a la del resto de las tecnologías móviles que utilizan potencias de transmisión similares. La extensión y la forma de las zonas de cumplimiento se evaluarán y se implementarán de acuerdo a los estándares técnicos internacionales.

Las antenas de la red móvil suelen ser direccionales. Las zonas de cumplimiento son las que se extienden frente a la antena y una pequeña distancia horizontal y vertical. En caso de que la antena cuente con acceso autorizado al público tendrá que tener barreras y carteles que adviertan a las personas de la presencia de la antena y las medidas de precaución que deben

tomar. Las antenas se colocan de forma que el público no pueda tener acceso a estas zonas. Las operadoras móviles, los propietarios de las azoteas o los operarios del alumbrado con antenas incorporadas pueden acordar los procedimientos de acceso y de parada para el personal de mantenimiento al momento de instalar la antena. Las redes móviles están diseñadas para utilizar únicamente la potencia necesaria para prestar servicios de calidad. Demasiada potencia provocaría interferencias y afectaría a todos los usuarios.

Uno de los objetivos de 5G es un aumento sustancial de la eficiencia energética de la red. Algunas de las funcionalidades que se están barajando son reducir la potencia de los transmisores cuando no se están utilizando e implementar modos en reposo o de bajo consumo. Otro enfoque es reducir la cantidad de señalización necesarias para mantener la conectividad.

# 4

## Preguntas y respuestas sobre Internet de las Cosas (IoT)





## Introducción a IoT

Internet de las Cosas (IoT) se refiere a la coordinación de diversas máquinas, dispositivos y aplicaciones conectados a Internet a través de múltiples redes cableadas o inalámbricas. Entre ellos se incluyen objetos cotidianos como smartphones, tablets y otros productos electrónicos de consumo y máquinas como vehículos, equipados todos ellos con conectividad IoT con la que pueden enviar y recibir datos. Máquina a Máquina (M2M) se refiere a los servicios que son posibles gracias a la comunicación entre dos o más máquinas. La tecnología M2M conecta máquinas, dispositivos y aplicaciones de forma inalámbrica para prestar servicios con mínima intervención humana. También podrían equiparse con conectividad inalámbrica una gran variedad de monitores y sensores que posibilitarían aplicaciones inteligentes inalámbricas en el ámbito sanitario, agrícola o en servicios como el agua y la electricidad.

Una expectativa clave en el diseño de los dispositivos habilitados con IoT es que operen con baja potencia y tengan una duración de la batería de hasta 10 años en algunas de las aplicaciones. Esto es posible porque sólo transmitirán pequeñas cantidades de información utilizando una potencia muy baja y las transmisiones no serán continuas. El intervalo de las transmisiones y la cantidad de datos dependerán de la aplicación.

En algunos países ya se han desplegado redes inalámbricas comerciales para aplicaciones IoT. La Asociación GSM está fomentando la adopción de IoT de banda estrecha (NB-IoT)<sup>14</sup>, que es una adaptación de las redes 4G/LTE y no requiere la instalación de más antenas. Una de las ventajas de NB-IoT es la mejora de la cobertura en interiores para conectarse con dispositivos inalámbricos como, por ejemplo, los medidores inteligentes del suministro energético.<sup>15</sup>

## ¿Existen estándares de pruebas de homologación para los dispositivos y redes IoT?

Los dispositivos IoT que operan por encima de 30 MHz y por debajo de 6 GHz quedarán cubiertos por las pruebas de homologación de adecuación técnica internacionales para dispositivos y redes inalámbricas. Los dispositivos que operen a frecuencias más altas quedarán cubiertos por las pruebas de homologación actualizadas que se están desarrollando para los dispositivos 5G.

Algunos dispositivos no serán objeto de análisis debido a sus bajos niveles de potencia y transmisión intermitente, véase la Figura 11, lo cual significa que cumplen con total certeza los límites de exposición establecidos.

### EJEMPLO:

Supongamos un dispositivo NB-IoT con capacidad para transmitir de 10 a 25 Kbits de datos durante un intervalo de 450ms con un pico de potencia máximo de 200 mW y un ciclo de trabajo del 10%. Esto implicaría más datos de los necesarios para muchas de las aplicaciones IoT. Si la transmisión de datos ocurre cada minuto la potencia media transmitida durante este periodo de tiempo es 0.15 mW.

$$\frac{0.45}{60} \times 200 \times 0.1 = 0.15 \text{ mW}$$

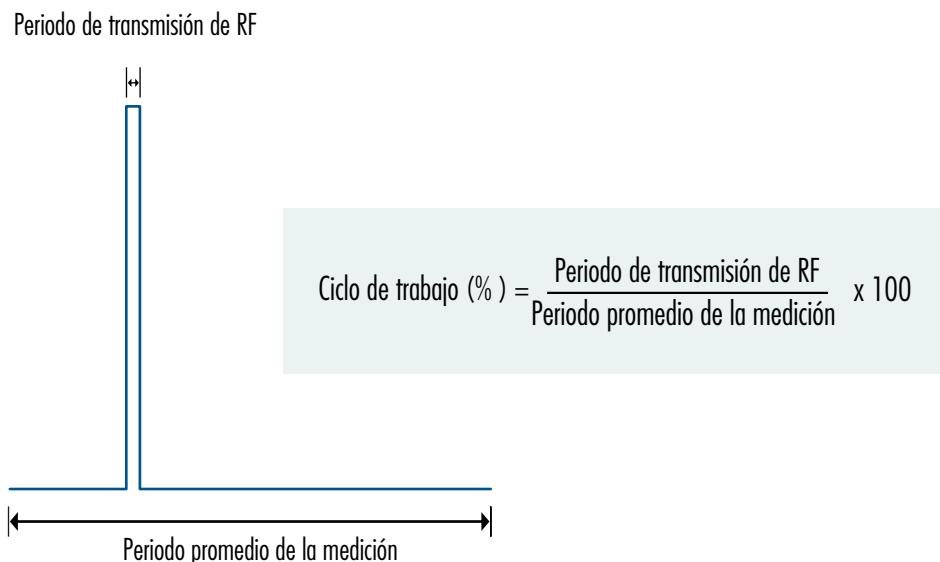
Esto está más de 100 veces por debajo del umbral de potencia de 20 mW que algunos estándares requieren en las pruebas. Dicho dispositivo no requeriría pruebas de adecuación o cumplimiento.

14. NB-IoT es una tecnología estándar de baja potencia y área amplia (LPWA) desarrollada para permitir un amplio rango de dispositivos y servicios IoT nuevos. NB-IoT mejora significativamente el consumo de los dispositivos, la capacidad del sistema y la eficiencia de uso del espectro. Está diseñado para proveer conectividad a los dispositivos y aplicaciones que requieren baja movilidad y bajos volúmenes de datos.

15. Más información disponible en la publicación de GSMA *Smart meters: Compliance with radio frequency exposure standards*.

Figura 11

## Ilustración del ciclo de trabajo de un dispositivo NB-IOT



## ¿Son seguros los juguetes que llevan instalados radiotransmisores?

Estos transmisores son seguros en la medida en que se les obliga a cumplir los límites de exposición admitidos. Los radiotransmisores de los juguetes son, por regla general, de baja potencia y de rango corto y muchos de ellos utilizan Wi-Fi y Bluetooth.

Algunos de estos dispositivos pueden alimentarse aprovechando la energía de las señales de radio que nos rodean. Si eso es así, ¿qué implicaciones tiene para mi exposición?

Como el nivel de señales de RF en el entorno es bajo, esto sólo es válido para dispositivos que necesiten bajos niveles de energía. La capacidad para obtener energía de las señales de radio ambientales tiene la ventaja añadida de reducir la necesidad de utilizar baterías o de ampliar significativamente la duración de las mismas. Un circuito especializado convierte parte de la

energía ambiental de RF en alimentación eléctrica para cargar una batería. Esto puede resultar útil para dispositivos con potencias muy bajas como, por ejemplo, los sensores que pueden colocarse en grandes cantidades para monitorizar el medioambiente o el tráfico y que transmiten pequeñas cantidades de datos en intervalos cortos.



# 5

# Preguntas y Respuestas sobre los accesorios tecnológicos





## Introducción a los accesorios tecnológicos

Debido a la rápida evolución de los estilos de vida de los consumidores, los accesorios tecnológicos o dispositivos "portátiles" como los relojes inteligentes y las pulseras de *fitness* se han incorporado cada vez más a la vida diaria. Estos dispositivos incorporan electrónica, software, sensores y conectividad y suelen utilizar tecnologías inalámbricas. Partiendo de una base relativamente baja, el mercado de los accesorios tecnológicos

está creciendo a ritmos acelerados y aporta muchas posibilidades a un serie de sectores como el sanitario, la robótica, los textiles y la construcción. Aunque en la actualidad estos dispositivos se utilizan sobre todo para el ocio y actividades como la monitorización del ejercicio físico, existen cada vez más ejemplos de dispositivos que se utilizan para aplicaciones sanitarias.

## ¿Es seguro llevar encima estos accesorios tecnológicos de forma continua?

Los límites de exposición internacionales para el público en general se han calculado de tal forma que ofrezcan protección incluso en casos de exposición continua, 24 horas al día, 365 días al año.

Los transmisores de radio de los accesorios tecnológicos suelen operar en potencias muy bajas para alargar la duración de la batería y a menudo utilizan tecnologías comunes como Wi-Fi y Bluetooth. Normalmente estos dispositivos sólo transmiten en intervalos y en distancias pequeñas, por ejemplo, a un *smartphone*, *tablet* o portátil cercano.



Los transmisores de RF son accesorios tecnológicos que funcionan a niveles de potencia extremadamente bajos que suelen enviar señales en flujos o breves ráfagas (pulsos) durante un corto período de tiempo. Como resultado, los accesorios o complementos tecnológicos exponen al usuario a niveles muy bajos de emisión electromagnética.

**Centros de los Estados Unidos para la prevención y el control de enfermedades<sup>16</sup>**



Algunos dispositivos estarán exentos de pruebas de homologación porque utilizan niveles de potencia muy bajos y transmisión intermitente asegurando de ese modo el cumplimiento de los límites de exposición admitidos. Otros dispositivos se prueban de acuerdo a los estándares técnicos internacionales que garantizan su cumplimiento normativo.

16. <https://www.cdc.gov/nceh/radiation/wearable.html>

---

## ¿Existen pruebas de homologación para los dispositivos "portátiles" o accesorios tecnológicos?

---

Los accesorios tecnológicos que operan por encima de 30 MHz y por debajo de 6 GHz quedan cubiertos por las pruebas de homologación existentes para dispositivos inalámbricos. En el caso de los dispositivos que operen a frecuencias más altas, quedarán cubiertos por las pruebas de homologación que se están desarrollando para los dispositivos 5G.

---

## ¿Qué ocurre con los niños que llevan puestos dispositivos de transmisión de RF por seguridad o por entretenimiento?

---

Los radiotransmisores de dichos dispositivos funcionan normalmente con potencias muy bajas y en rangos relativamente cortos. Durante las pruebas tienen que cumplir con los límites de exposición nacionales e internacionales. Durante la visualización de vídeos el dispositivo recibe información mayormente y sólo transmite datos durante breves períodos. Otros dispositivos como los localizadores de personas (rastreadores personales) también transmiten durante períodos cortos.





## He visto anunciados dispositivos para bebés como los monitores que vigilan el sueño, ¿son seguros?

Los radiotransmisores en los vigila bebés funcionan, por regla general, con poca potencia y en un rango relativamente corto. Durante las pruebas tienen que cumplir los límites de exposición nacionales e internacionales.

## ¿Son seguros los relojes inteligentes durante la conducción?

La distracción de los conductores es un factor de riesgo importante para los accidentes y el rol de los teléfonos móviles en este sentido ha sido objeto de numerosos estudios y normativas. La Asociación GSM advierte sobre el peligro de las actividades que implican retirar la vista de la carretera. Los conductores también pueden distraerse sin quitar los ojos de la carretera. Algunos gobiernos desaconsejan hacer llamadas importantes mientras se conduce.

Apenas se han realizado investigaciones que analicen el impacto que puedan tener los relojes inteligentes en la distracción de los conductores. En muchos países es ilegal utilizar un teléfono móvil mientras se conduce a no ser que se utilice un kit de manos libres.

Los dispositivos de manos libres reducen el esfuerzo físico de hacer o recibir llamadas, pero su utilización no hace que el uso de la telefonía móvil al volante sea segura. Los conductores deben mantener la vista en la carretera en todo momento y no leer, escribir o enviar mensajes de texto o navegar en internet. Tampoco, no deberían enviar correos electrónicos ni tomar notas durante una llamada cuando están conduciendo.

Las operadoras de telefonía y los fabricantes de coches han participado activamente en la promoción del cumplimiento de la legislación nacional y el uso responsable de los teléfonos móviles por parte de los conductores. Existen muchos ejemplos de campañas educativas que suelen dirigirse a determinados colectivos como a los conductores principiantes.

## Fuentes donde ampliar la información

Las siguientes páginas web contienen información para aquellas personas que deseen saber más sobre estos temas.

Portal EMF	<a href="https://www.emf-portal.org/en">https://www.emf-portal.org/en</a>
GSMA – EMF y Salud	<a href="https://www.gsma.com/publicpolicy/consumer-affairs/emf-and-health">https://www.gsma.com/publicpolicy/consumer-affairs/emf-and-health</a>
ICNIRP – Alta frecuencia	<a href="http://www.icnirp.org/en/frequencies/high-frequency/index.html">http://www.icnirp.org/en/frequencies/high-frequency/index.html</a>
Guía EMF de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU)	<a href="http://emfguide.itu.int/emfguide.html">http://emfguide.itu.int/emfguide.html</a>
OMS – Campos Electromagnéticos	<a href="http://www.who.int/peh-emf/en/">http://www.who.int/peh-emf/en/</a>

## Siglas

<b>1G/2G/3G/4G/5G</b>	1 <sup>a</sup> a 5 <sup>a</sup> generación de tecnologías de comunicaciones móviles
<b>EMF</b>	Campo Electromagnético
<b>GHz</b>	Gigahercio
<b>IARC</b>	Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer
<b>ICNIRP</b>	Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes
<b>IEC</b>	Comisión Electrotécnica Internacional
<b>IoT</b>	Internet de las cosas
<b>ITU</b>	Unión Internacional de Telecomunicaciones
<b>Kbits</b>	kilobits por segundo
<b>LPWA</b>	Área Amplia de Baja Potencia
<b>M2M</b>	Máquina a Máquina
<b>Mbps</b>	Megabits por segundo
<b>MHz</b>	Megahercio
<b>ms</b>	milisegundo
<b>mW</b>	milivatio
<b>NB-IoT</b>	Internet de las cosas de banda estrecha
<b>RF</b>	Radiofrecuencia
<b>WHO</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>Wi-Fi</b>	Conexión Inalámbrica, Tecnología de Red Inalámbrica





#### SEDE CENTRAL DE GSMA

Planta 2  
The Walbrook Building 25  
Walbrook  
Londres EC4N 8AF  
Reino Unido  
Tlfno: +44 (0) 20 7356 0600  
Fax: +44 (0) 20 7356 0601

Septiembre de 2017