



**Generalitat
de Catalunya**

**Informe anual 2017
del nivel de exposición
a campos
electromagnéticos de
radiofrecuencia en
Cataluña**



Marzo 2018

- 1. Introducción**
- 2. Generalitat de Catalunya: acciones generadas**
 - 2.1. Gobernanza Radioeléctrica**
- 3. Normativa sobre exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia en Catalunya**
- 4. Niveles de exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia alrededor de una antena**
 - 4.1. Niveles medidos con los equipos de monitorización**
 - 4.2. Niveles medidos con los equipos portátiles**
- 5. Conclusiones de los niveles medidos de campo electromagnético de radiofrecuencia**
- 6. Recomendaciones relacionadas con el despliegue de las antenas de telefonía móvil**
- 7. Anexos**
 - 7.1. Comparativa de los niveles medidos con los equipos de monitorización entre los años 2013 y 2017**
 - 7.2. Telefonía móvil: unos cuantos datos**

1. Introducción

La telefonía móvil, y en un sentido más amplio, las comunicaciones móviles, se han convertido en una herramienta imprescindible en la sociedad actual y han implicado una transformación muy importante desde el punto de vista social, económico y medioambiental.

Nunca antes en la historia de la humanidad la aparición de una nueva tecnología había tenido una influencia y una aceptación tan grande por parte de la sociedad en tan poco tiempo.

La implantación en las montañas de torres con antenas de televisión y radio han permitido que, desde hace décadas, la sociedad haya podido disfrutar de estos servicios. Las comunicaciones móviles, sin embargo, a diferencia de la radio o la televisión, necesitan que haya antenas más cerca de los usuarios, para poder ofrecer servicios de voz y datos de calidad en movilidad.

Especialmente, la aparición de las primeras antenas de telefonía móvil dentro de los entornos urbanos generó una cierta inquietud en la ciudadanía. Por una parte, por el impacto visual que generaban algunas instalaciones de antenas y, por otra, por la percepción de riesgo para la salud de una parte de la ciudadanía en relación a la exposición a los campos electromagnéticos generados por las antenas. La Unión Europea recogió esta inquietud ciudadana en dos encuestas realizadas en los años 2007¹ y 2010².

Como consecuencia de esta inquietud ciudadana, el despliegue de las antenas de telefonía móvil ha presentado dificultades, sobre todo por la presión ejercida a los ayuntamientos. Consciente de esta problemática, el Parlamento Europeo, en la Resolución 2008/2211(INI)³, y entre otros aspectos, alienta a los operadores, a las autoridades públicas y a las asociaciones de ciudadanos, a encontrar soluciones consensuadas en relación al despliegue de las antenas de telefonía móvil. También, y para garantizar la información a los ciudadanos sobre esta temática, hace un llamamiento a los Estados miembros de la Unión Europea para publicar mapas donde se muestren los niveles de exposición a los campos electromagnéticos de radiofrecuencia y sugiere que estos mapas sean accesibles desde internet, para que se puedan consultar. En la misma Resolución también insta a la Comisión Europea a presentar un informe anual sobre el nivel de exposición a campos electromagnéticos en la Unión Europea.

¹ http://ec.europa.eu/health/ph_determinants/environment/EMF/ebs272a_en.pdf

² http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_347_en.pdf

³ http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2004_2009/documents/pr/757/757441/757441es.pdf

2. Generalitat de Cataluña: acciones generadas

Consciente también de la problemática asociada al despliegue de las antenas de telefonía móvil y, por lo tanto, de la deficiencia del servicio en movilidad asociado, la Generalitat de Cataluña desde hace años ha ido desarrollando diferentes líneas de actuación de control, planificación, regulación, impulso e información en esta área.

Para destacar algunas, entre las principales acciones de control, el año 2005 crea la red SMRF (Sistema de Monitorización de RadioFrecuencia), formada por equipos de monitorización de medida continua del nivel de campo electromagnético (CEM) de radiofrecuencia (RF) proveniente de las antenas de telefonía móvil, y que actualmente es la mayor red de esta tipología del mundo, con más de 300 equipos de monitorización instalados en 184 municipios de Cataluña.

Entre las acciones de planificación e impulso, el año 2008 la Generalitat de Cataluña pone en marcha el proyecto GECODIT (generación de consenso para el despliegue de las infraestructuras de telecomunicación) en 18 municipios de Cataluña. El principal objetivo del proyecto GECODIT es la generación de consenso entre ayuntamientos, operadores de telefonía móvil y representantes de la ciudadanía en relación al despliegue de las antenas de telefonía móvil. El resultado en los municipios donde se ha desarrollado este proceso han sido muy satisfactorios para las partes.

2.1 Gobernanza Radioeléctrica

En el año 2009, la Dirección General de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información y la Dirección General de Calidad Ambiental diseñaron la política de la Gobernanza Radioeléctrica. Para ello, solicitó cofinanciamiento europeo, y el año 2010 la Comisión Europea y la Generalitat de Cataluña firmaron un acuerdo de cofinanciamiento a través del instrumento LIFE para el periodo 2010-2014⁴ para desarrollar el proyecto LIFE09 ENV/ES/000505 “*Radioelectric governance: environment and electronic communication policies for deployment of radiocom infrastructures*”.

La cofinanciación europea LIFE del proyecto LIFE09 ENV/ES/000505 (en adelante, proyecto Gobernanza Radioeléctrica) finalizó el 30 de septiembre de 2015 e incluía un conjunto de acciones, que tenían como principal objetivo ofrecer a la ciudadanía una amplia información relacionada con los CEM y el funcionamiento de los sistemas de radiocomunicación, siguiendo así las indicaciones de la Resolución 2008/2211 (INI) del Parlamento Europeo. En este sentido, entre los aspectos más destacados, se adquirieron 100 equipos de monitorización de medida del nivel de CEM para añadir a la red SMRF ya existente e instalarlos en 10 de las ciudades con más población de Cataluña. También se adquirieron 50 equipos portátiles de medida del nivel de CEM de RF para cederlos a una serie de organismos de Cataluña (especialmente

⁴ El año 2014 se solicitó una extensión de la duración del proyecto hasta el 30 de setiembre de 2015, que fue aprobada por la Comisión Europea.

ayuntamientos y consejos comarcales), para que pudieran realizar mediciones del nivel de CEM de RF en decenas de municipios de Cataluña.

Las medidas realizadas con los equipos de monitorización de la red SMRF y con los equipos portátiles se muestran en el sitio web de la Gobernanza Radioeléctrica <http://governancaradioelectrica.gencat.cat/es>.

En este sitio web también se puede consultar una amplia información sobre qué son los CEM y cómo funciona la telefonía móvil (mediante una sección de divulgación interactiva), así como también consultar la normativa vigente y los principales estudios internacionales que analizan la relación entre exposición a CEM de RF y posibles efectos perjudiciales para la salud.

El proyecto Gobernanza Radioeléctrica también prevé la creación y difusión de un informe anual que muestre los niveles de exposición a CEM de RF a la población de Cataluña, a partir de las medidas realizadas con los equipos de monitorización y con los equipos portátiles. En este sentido, el presente informe anual 2017 es el 5º informe anual consecutivo que presenta la Generalitat de Cataluña.

Como parte del proyecto Gobernanza Radioeléctrica, la Generalitat de Cataluña realizó una encuesta el año 2011⁵, donde más del 60% de los encuestados indicaban que querían tener más información sobre qué son los CEM y, en este sentido, el 75% indicaba que preferiría que esta información fuera facilitada por la Generalitat de Cataluña y por organismos de salud. El 60% de los encuestados manifestaron que confiarían en la información que la Generalitat publicara relacionada con estos temas, y en una segunda encuesta realizada en 2015⁶, éste % aumentó hasta el 69%.

Todas las acciones incluidas en el proyecto de la Gobernanza Radioeléctrica están alineadas con las recomendaciones y las sugerencias indicadas por el Parlamento Europeo (Resolución 2008/2211(INI)), y también con las principales demandas que la ciudadanía de Cataluña indicó a través de la encuesta realizada por la Generalitat de Cataluña en el año 2011. Concretamente:

- Proyecto GECODIT
Relacionado con la recomendación del Parlamento Europeo de alentar a los operadores, las autoridades públicas y las asociaciones de ciudadanos a encontrar soluciones consensuadas en relación al despliegue de las antenas de telefonía móvil.
- Realizar medidas del nivel de campo electromagnético
Creación de la red SMRF de equipos de monitorización y cesión de 50 equipos portátiles, relacionado con el llamamiento del Parlamento Europeo a los estados miembros a tomar medidas del nivel de exposición a los campos electromagnéticos de radiofrecuencia.

⁵http://governancaradioelectrica.gencat.cat/documents/10180/51436/inf_CTTI_20111107_def_CA_EN.pdf

⁶ http://governancaradioelectrica.gencat.cat/documents/10180/5044679/ENQUESTA%202015_ES.pdf

- Creación del sitio web de la gobernanza radioeléctrica
Relacionado con la recomendación del Parlamento Europeo y de la encuesta a la ciudadanía de Cataluña de ofrecer información sobre los CEM y el funcionamiento de los sistemas de radiocomunicación, y también mostrar los niveles medidos de exposición a CEM en mapas publicados en Internet.
- Creación de un informe anual del nivel de exposición a campos electromagnéticos de la ciudadanía en general
Relacionado con la recomendación del Parlamento Europeo a la Comisión Europea de presentar un informe anual sobre el nivel de exposición a CEM en la Unión Europea.

Todas las acciones incluidas en el proyecto de la Gobernanza Radioeléctrica tienen un doble objetivo. Por un lado, que la ciudadanía pueda disfrutar de servicios de calidad de voz y datos en movilidad de calidad, para que pueda realizar sus actividades sociales y económicas y, por otro lado, que el despliegue de antenas de telefonía móvil, necesario para poder ofrecer estos servicios de calidad en movilidad, sea suficiente, ordenado y respetuoso con las personas y con el medio ambiente.

Como se ha indicado anteriormente, la cofinanciación europea del proyecto LIFE finalizó el 30 de septiembre de 2015, pero el proyecto Gobernanza Radioeléctrica se sigue desarrollando desde la Generalidad de Cataluña, dando continuidad a la mayoría de acciones indicadas anteriormente.

3. Normativa sobre exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia en Cataluña

Las diferentes administraciones públicas han de velar y garantizar que la ciudadanía, independientemente de dónde viva, pueda acceder a los beneficios de la sociedad de la información en movilidad, así como velar y garantizar que se cumplan las normativas vigentes.

En Cataluña, las emisiones electromagnéticas generadas por los sistemas de radiocomunicación tienen que cumplir la normativa RD 1066/2001⁷, que establece los niveles máximos de exposición a CEM a los que puede estar expuesto el público en general.

Los niveles restrictivos indicados en el RD 1066/2001 son los mismos niveles máximos que los indicados en la Recomendación del Consejo de la Unión Europea del año 1999 (1999/519/CE)⁸ que, a su vez, son los mismos que los indicados por el ICNIRP⁹ (Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones No Ionizantes) en el año 1998. Gran parte de los Estados miembros de la Unión Europea aplican exactamente la misma normativa vigente en Cataluña. Es importante indicar que los niveles restrictivos indicados en la normativa para el público en general incorporan un factor de seguridad de 50, que responde al principio de precaución¹⁰.

Los niveles restrictivos de exposición a CEM de RF indicados en los RD1066/2001 están directamente relacionados con la frecuencia de emisión de cada sistema de radiocomunicación. Así tenemos, por ejemplo:

Margen de frecuencias	Servicio	Nivel restrictivo (V/m) ¹¹
530 – 1605 KHz	Radio AM	87 - 68
88 – 108 MHz	Radio FM	28
470 – 790 MHz	TDT	29 - 38
790 – 2600 MHz	Telefonía móvil	38 - 61
2400MHz i 5000MHz	Wi-Fi	61
2450MHz	Hornos microondas	61
2500MHz	WiMAX	61

Con la información de que se dispone actualmente sobre posibles efectos para el cuerpo humano, se conoce que, dependiendo de la potencia, del tiempo de exposición

⁷ Real Decreto 1066/2001, de 28 de setiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria contra emisiones radioeléctricas.

⁸ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1999H0519:19990712:ES:PDF>

⁹ <http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdlesp.pdf>

¹⁰ http://europa.eu/legislation_summaries/consumers/consumer_safety/l32042_es.htm

¹¹ Los niveles de exposición a campos electromagnéticos se pueden indicar en diferentes unidades. Las más habituales son el campo eléctrico (V/m) o la densidad de potencia (W/cm² o mW/m²).

y de la parte del cuerpo expuesta a CEM de RF (radio, televisión, telefonía móvil y Wi-Fi, entre otros), esta parte del cuerpo puede llegar a experimentar un incremento de la temperatura: es lo que se denomina efecto térmico.

Sin embargo, existen centenares de estudios que han analizado y analizan otras relaciones entre exposición a CEM de RF y posibles efectos perjudiciales para la salud. Diversos organismos internacionales expertos en la materia (ICNIRP, OMS¹², SCENIRH¹³) revisan periódicamente los principales estudios internacionales sobre estos temas. En este sentido, de acuerdo con lo que disponen estos organismos, **actualmente no hay evidencia concluyente de una relación causa-efecto entre la exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia y efectos perjudiciales para la salud**, si los niveles de exposición están por debajo de los niveles restrictivos indicados por el ICNIRP.

La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) clasificó en el año 2011 los CEM de RF dentro de la categoría de Grupo 2B¹⁴, posible carcinógeno para los seres humanos, en base a evidencia limitada en estudios epidemiológicos y en animales de experimentación. La evidencia epidemiológica se juzgó como limitada en base a un incremento de riesgo para gliomas y neurinomas acústicos asociado con el uso de teléfonos móviles, observado en algunos estudios epidemiológicos. Evidencia limitada significa que se ha observado una asociación positiva entre exposición a CEM de RF y cáncer, por lo que se considera que una interpretación causal es posible, pero no se puede descartar con una confianza razonable el efecto del azar, el sesgo o la confusión. Por ello, se siguen impulsando programas de investigación, especialmente orientados a exposiciones en periodos largos de tiempo (más de 15 años) y en niños y adolescentes.

En 2017, el Comité Científico Asesor en radiofrecuencias y Salud (CCARS) presentó su nuevo Informe sobre radiofrecuencias y Salud 2016¹⁵, en el que se recogen, actualizan y analizan las evidencias científicas sobre la materia correspondiente al período comprendido entre enero de 2013 y junio de 2016.

Según las conclusiones del informe "el análisis crítico de las evidencias apoya 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", mientras que la aplicación de límites más restrictivos "implicaría aumentar el número de antenas con el consiguiente impacto visual, social y económico". Además, el informe recoge que "los niveles de exposición de la población a las radiofrecuencias 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".

¹² <http://www.who.int/es/>

¹³ Comité científico sobre los riesgos sanitarios emergentes y nuevos- Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks
http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/index_en.htm

¹⁴ International Agency for Research on Cancer - http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf

¹⁵ <http://ccars.org.es/publicaciones/documentos-elaborados-por-el-ccars/160-informe-sobre-radiofrecuencias-y-salud-2016>

En relación al entorno laboral, la Comisión Europea elaboró en 2013 la Directiva Europea 2013/35/EU¹⁶ y el 22 de julio de 2016, el Estado español publicó el RD 299/2016¹⁷ sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a CEM.

Tanto la Directiva Europea 2013/35/EU como el RD 299/2016 indican unos niveles restrictivos de exposición para el entorno laboral superiores a los niveles restrictivos para el público en general, indicados, tanto en la Recomendación 1999/519/EC como en el RD 1066/2001.

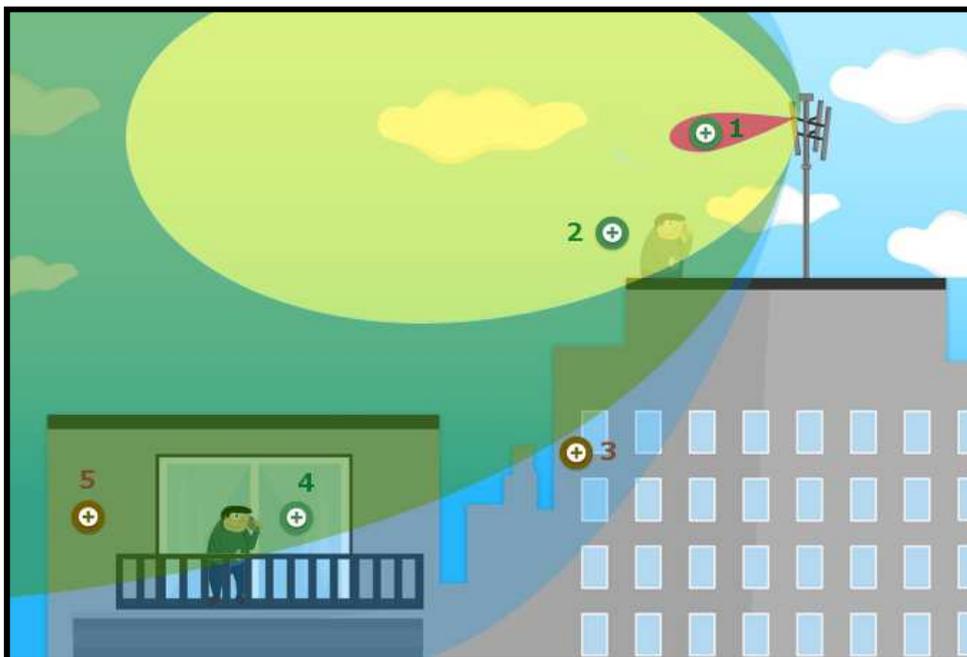
¹⁶Directive 2013/35 / EU of the European Parliament and of the Council of 26 June 2013 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields) (20th individual Directive within the meaning of Artículo 16 (1) of Directive 89/391 / EEC) and repealing Directive 2004/40 / EC.

¹⁷ Real Decreto 299/2016, de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos (<https://www.boe.es/boe/dias/2016/07/29/pdfs/BOE-A-2016-7303.pdf>)

4. Niveles de exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia alrededor de una antena

La señal emitida por las antenas de los sistemas de radiocomunicación son ondas electromagnéticas que se propagan en línea recta y a la velocidad de la luz. La potencia de la señal es mayor únicamente cerca y en la dirección de máxima emisión de la antena, y disminuye muy rápidamente a medida que nos alejamos de la antena. La señal todavía disminuye más cuando atraviesa techos, paredes u otros obstáculos.

En el dibujo siguiente se muestran 5 tipologías diferentes de espacios de exposición a CEM de RF provenientes de las antenas de telefonía móvil, que han sido resultado del análisis de miles y miles de mediciones del nivel de CEM de RF provenientes tanto de los más de 300 equipos de monitorización de la red SMRF como de los equipos portátiles:



1. Medida exterior

Aquí se encuentran los espacios con los niveles más altos. Es una zona situada generalmente hasta 3 o 4 metros y en la dirección de máxima emisión de la antena. Esta zona no es accesible a las personas porque forma parte de la zona de protección asociada a la antena. Es la única zona donde se podrían medir niveles superiores a los indicados en la normativa.

2. Medida exterior

Espacios exteriores situados hasta unos 10 metros de la antena y en la dirección de máxima emisión. Esta zona ya se encuentra fuera de la zona de protección y, por lo tanto, los niveles son inferiores a los niveles restrictivos indicados en la normativa. Aquí ya pueden acceder las personas, aunque generalmente son zonas de poco tránsito de personas: tejados, terrazas, ...

3. Medida interior

Espacios interiores del mismo edificio donde se encuentran las antenas en la azotea. Los niveles son bajos porque, por una parte, las antenas de la misma azotea no apuntan directamente hacia estos espacios y, por otra parte, las paredes y los techos del mismo edificio atenúan fuertemente la señal.

4. Medida exterior

Espacios exteriores situados entre 10 y 20 metros de la antena aproximadamente, en el mismo edificio donde se encuentran las antenas o en edificios vecinos. Los niveles ya son más bajos porque, además de la disminución del nivel a causa de la distancia, generalmente las antenas no apuntan directamente a estas zonas, ya que se desperdicia la capacidad de dar servicio desde la antena.

5. Medida interior

Espacios interiores de los edificios vecinos al edificio donde se encuentran las antenas. Tienen niveles muy bajos, ya que, además de lo que se ha indicado en el punto anterior, las paredes del edificio atenúan la señal.

4.1 Niveles medidos con los equipos de monitorización

Como ya se ha comentado, Cataluña dispone de la red SMRF de equipos de monitorización de medida del nivel de CEM de RF mayor del mundo, con 300 equipos instalados en 184 municipios de Cataluña. Estos equipos miden de forma continua el nivel del CEM de RF y envían las mediciones automáticamente a un centro de control propiedad de la Generalitat de Cataluña.

Hay equipos de monitorización instalados en todas las comarcas de Cataluña y hay más equipos de monitorización en las poblaciones con más habitantes, ya que, generalmente, también hay más antenas de telefonía móvil.

El siguiente mapa muestra la ubicación geográfica de los equipos de monitorización:



Todos los equipos de monitorización de la red SMRF están instalados en el exterior, y la mayoría, en las azoteas de los edificios: unos en la misma azotea donde se encuentran las antenas y otros en azoteas de edificios vecinos donde se encuentran las antenas.

Los niveles de CEM de RF medidos por los equipos de monitorización proporcionan una información clara de las 5 tipologías que se encuentran alrededor de las antenas (indicadas en el apartado 4. *Niveles de exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia alrededor de una antena* de este informe). Así, se desprende que los niveles de exposición a CEM de RF dependen directamente:

- De la distancia del equipo de monitorización a las antenas.
- Del número de antenas que hay en un mismo emplazamiento de antenas.
- De si el equipo de monitorización se encuentra en la dirección de máxima emisión de alguna de las antenas.
- De si el equipo de monitorización se encuentra a una altura similar a la que se encuentran las antenas.
- Del rango de frecuencias del campo electromagnético medido por el equipo de monitorización.

El 84% de los equipos de monitorización de la red SMRF (281 equipos) miden exclusivamente el nivel de CEM de RF procedente de las antenas de telefonía móvil de las bandas de frecuencias de 900MHz, 1800MHz y 2100MHz. El 14% de los equipos de monitorización (48 equipos) miden el nivel de CEM de RF de toda la banda de frecuencias de 100kHz en 8GHz (banda ancha), es decir, que además de la telefonía móvil, también miden el nivel de CEM de RF procedente de otros sistemas de radiocomunicación, como la AM, la FM, la TDT, el Wi-Fi o el WiMAX, entre otros. El 2% restante de los equipos de monitorización miden el nivel de campo eléctrico y magnético de baja frecuencia, de 10Hz a 3kHz.

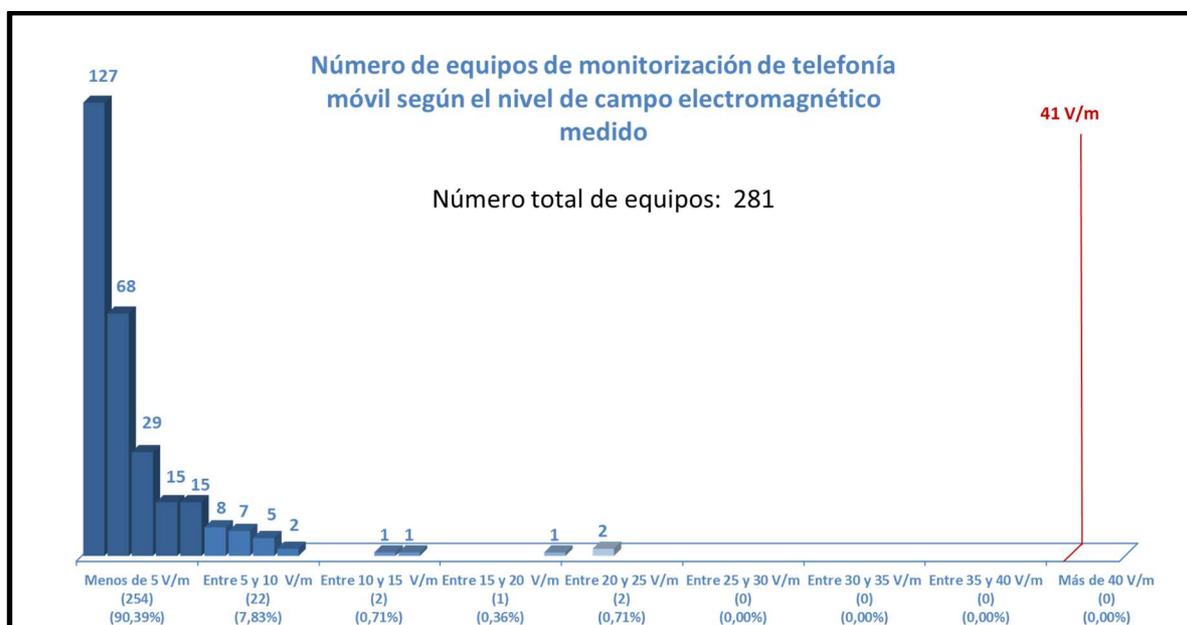
Todos los niveles medidos con los equipos de monitorización de la red SMRF que miden, tanto el nivel de CEM de RF de la banda de telefonía móvil de 900MHz, 1800MHz y 2100MHz y de toda la banda de frecuencias de 100kHz a 8GHz han sido inferiores a los niveles restrictivos indicados en la normativa.

Desde la Generalitat de Catalunya se ha diseñado un plan de inversión para que los equipos de monitorización de la red SMRF que actualmente miden sólo el nivel de CEM de RF procedente de las antenas de telefonía móvil, de las bandas de frecuencias de 900MHz, 1800MHz y 2100MHz, pasen a medir el nivel de CEM de RF de toda la banda de frecuencias de 100kHz a 8GHz. En este sentido, se prevé que durante 2018 se actualicen 82 de los 281 equipos de monitorización que actualmente miden exclusivamente el nivel de CEM de RF procedente de las antenas de telefonía móvil de las bandas de frecuencias de 900MHz, 1800MHz y 2100MHz.

4.1.1 Niveles medidos con los equipos de monitorización de medición exclusivamente del nivel de campo electromagnético de radiofrecuencia de telefonía móvil de las bandas de frecuencias de 900MHz, 1800MHz i 2100MHz

El nivel de exposición a CEM de RF más restrictivo en la normativa para las 3 bandas de frecuencias de telefonía móvil de 900MHz, 1800MHz y 2100MHz es de 41 V/m, para la banda de 900MHz. Éste es el nivel más restrictivo de exposición a CEM de RF que consideraremos por los niveles medidos para estos equipos.

A continuación, se muestra un gráfico con el número de equipos de monitorización en relación al nivel medio de CEM de RF medido durante el año 2017:

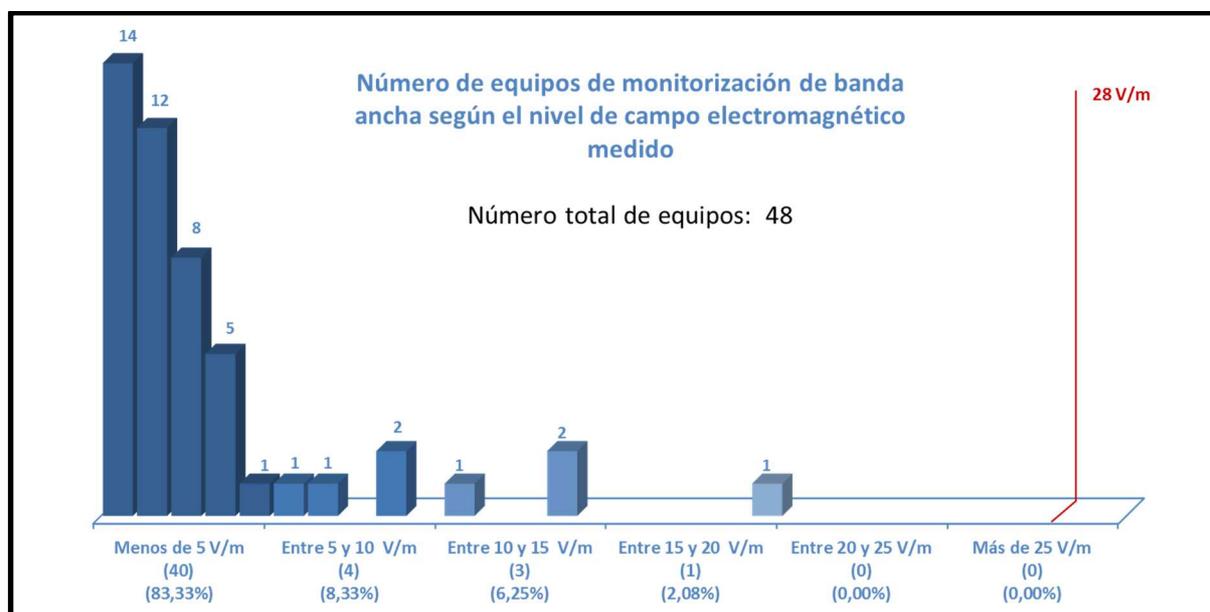


Los 3 equipos de monitorización de la gráfica anterior que miden más de 15V/m son equipos que están instalados en la misma azotea que las antenas de telefonía móvil, a menos de 10 metros, a una altura similar a las antenas y en la zona de máxima influencia de algunas de las antenas del emplazamiento. En los 3 casos, se trata de zonas donde hay un escaso tránsito de personas (correspondería a la zona 2. *Medida exterior* como la indicada en el apartado 4. *Niveles de exposición a CEM de RF alrededor de una antena* de este informe).

4.1.2 Niveles medidos con los equipos de monitorización de medición del nivel de campo electromagnético de radiofrecuencia de toda la banda de frecuencias de 100kHz a 8GHz (banda ancha)

El nivel de exposición a CEM de RF más restrictivo en la normativa para la banda de frecuencias de 100kHz a 8GHz es de 28 V/m. Éste es el nivel más restrictivo de exposición a CEM de RF que consideraremos para los niveles medidos por estos equipos.

A continuación, se muestra un gráfico con el número de equipos de monitorización con relación al nivel medio de CEM de RF medido durante el año 2017:



Los 2 equipos de monitorización de la gráfica anterior que miden los niveles de CEM de RF más altos son equipos de monitorización que están instalados a pocos metros de antenas de emisión de servicios de TDT y de radio FM y NO de antenas de telefonía móvil.

4.2 Niveles medidos con los equipos portátiles

Durante el año 2017 no se han realizado cesiones de equipos portátiles a entidades y, por tanto, se han realizado pocas mediciones con los equipos portátiles. Es por ello que no consideramos significativo mostrar una tabla de las medidas realizadas. Sin embargo, TODOS los niveles de CEM de RF de las mediciones realizadas con los equipos portátiles durante el año 2017 son muy inferiores a los niveles más restrictivos indicados por la normativa.

5. Conclusiones de los niveles medidos de campo electromagnético de radiofrecuencia

En relación con los niveles de CEM de RF medidos por los equipos de monitorización de la red SMRF y los equipos portátiles durante el año 2017, se puede extraer:

- **Todos los niveles de CEM de RF medidos cumplen la normativa** y pueden ser consultados en el sitio web de la Gobernanza Radioeléctrica: **<http://governancaradioelectrica.gencat.cat/es>**.
- Los niveles medidos están directamente relacionados con la distancia a las antenas, de si la medida se ha realizado a una altura similar a la que se encuentran las antenas y de si la medida se ha realizado en la dirección de máxima emisión de alguna de las antenas. Así, los niveles más altos medidos se encuentran únicamente a pocos metros de las antenas, a una altura similar a las antenas y en la dirección de máxima emisión de alguna de las antenas. En todos los demás casos, los niveles medidos son más bajos.
- Las medidas realizadas con los equipos de monitorización permiten observar los niveles medidos durante largos periodos de tiempo y analizar así las variaciones temporales de los niveles medidos.
- Las mediciones realizadas con los equipos portátiles en suelo urbano permiten obtener medidas en lugares donde las personas permanecen más tiempo, así como comprobar que generalmente los niveles medidos son inferiores a los niveles medidos con los equipos de monitorización, porque mayoritariamente los sitios medidos con los equipos portátiles se encuentran a mayor distancia y a menor altura de las antenas.
- Los niveles de CEM de RF de las mediciones interiores son bastante inferiores al de las medidas exteriores realizadas, debido a la atenuación de las paredes y los techos de los edificios.
- Los niveles más altos medidos con los equipos portátiles en suelo rural corresponden a entornos próximos a infraestructuras de radiocomunicación, y en los que la aportación mayoritaria con relación al nivel total de CEM de RF medido es debida a antenas de FM, AM y TDT, y no a antenas de telefonía móvil.

6. Recomendaciones relacionadas con el despliegue de las antenas de telefonía móvil

En relación al despliegue de las antenas de telefonía móvil, especialmente en suelo urbano, podemos indicar:

- Es conveniente que las administraciones locales, los operadores de telefonía móvil y agentes representativos de la ciudadanía colaboren de forma más estrecha en el despliegue de las antenas de telefonía móvil, para generar un clima de confianza mutuo. De esta manera se conseguirá, por una parte, un despliegue de las antenas de telefonía móvil suficiente, ordenado y respetuoso con las personas y con el medio ambiente y, por otra, que la ciudadanía pueda disfrutar de servicios de calidad de voz y datos en movilidad, con los que puedan desarrollar sus actividades sociales y económicas.
- En la planificación del despliegue de antenas de telefonía móvil, los operadores tendrían que incorporar los conceptos “ALARA” (*as low as reasonably achievable*, es decir, “tan bajo como sea razonablemente posible”) y ALATA (*as low as technologically achievable*, es decir, “tan bajo como sea tecnológicamente posible”), con relación a la reducción del nivel de exposición a los CEM de RF proveniente de las antenas. En este sentido:
 - El despliegue de antenas de telefonía móvil en entorno urbano se tiene que realizar de la forma más proporcionalmente distribuida posible.
 - Una vez decidida la ubicación de una antena de telefonía móvil:
 - El operador tiene que minimizar tanto como sea posible la exposición a CEM de RF en los espacios más próximos a las antenas donde puedan permanecer personas y, especialmente, minimizar la orientación de las antenas hacia estos espacios.
 - Las antenas se tienen que ubicar a la altura más alta posible del mástil donde están instaladas.
- Consideramos necesario que las administraciones públicas pongan a disposición de los operadores de telefonía móvil suelo público disponible para que los operadores analicen la viabilidad radioeléctrica de los mismos para instalar antenas de telefonía móvil.
- Para reducir el impacto visual, las antenas y los otros equipamientos asociados se tienen que integrar al entorno tanto como sea razonablemente posible.

7. Anexos

7.1 Comparativa de los niveles medidos por los equipos de monitorización entre los años 2013 y 2017

A continuación, se muestra una comparativa de los niveles de CEM de RF medidos por los equipos de monitorización entre los años 2013 y 2017.

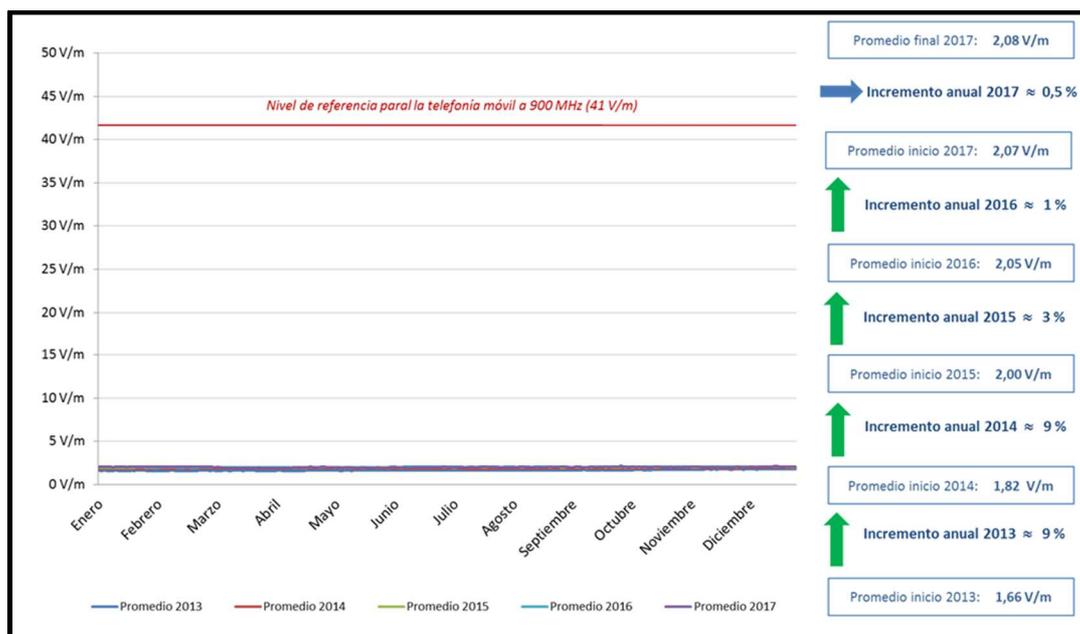
Los equipos de monitorización están fijos en un mismo punto y, por lo tanto, la comparativa de los niveles medidos entre los años 2013 y 2017 nos proporciona la tendencia de los niveles medidos.

7.1.1 Niveles medidos con los equipos de monitorización de medición exclusivamente del nivel de campo electromagnético de telefonía móvil de las bandas de frecuencias de 900MHz, 1800MHz i 2100MHz

El número de equipos de monitorización de la red SMRF que miden exclusivamente del nivel de CEM de RF de telefonía móvil de las bandas de frecuencias de 900MHz, 1800MHz y 2100MHz es de 281.

El nivel más restrictivo de exposición a CEM de RF indicado en la normativa para las 3 bandas de frecuencias de telefonía móvil de 900MHz, 1800MHz y 2100MHz es de 41 V/m, para la banda de 900MHz. Éste es el nivel más restrictivo de exposición a CEM de RF que consideraremos por los niveles medidos por estos equipos.

A continuación, se muestra la comparativa, mes a mes, de los niveles de CEM de RF medidos entre los años 2013 y 2017, por los 281 equipos de monitorización que miden exclusivamente del nivel de CEM de RF de telefonía móvil de las bandas de frecuencias de 900MHz, 1800MHz y 2100MHz:



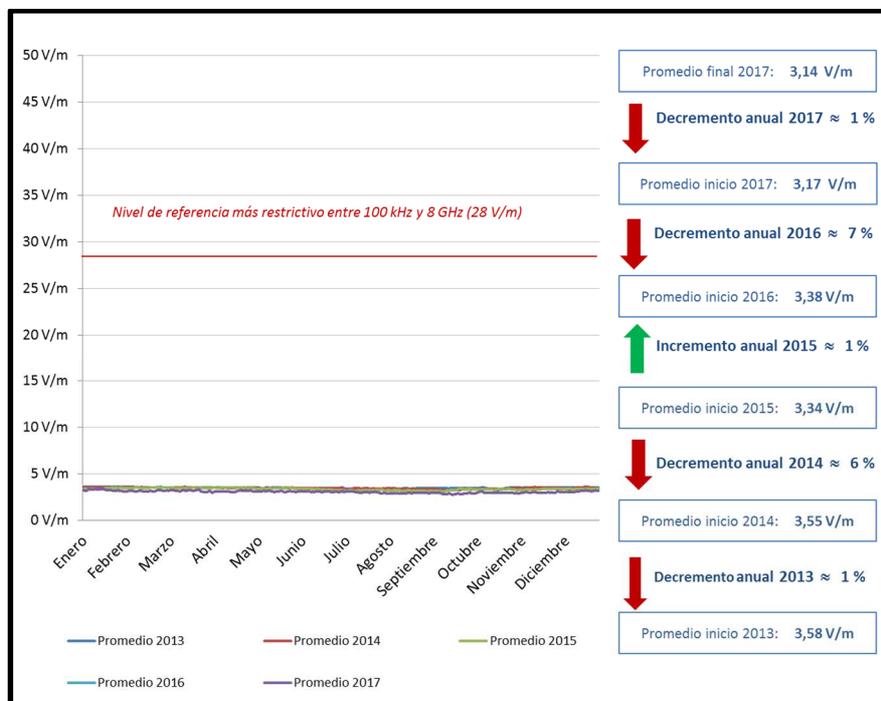
Del análisis del gráfico se observa una ligerísima tendencia de aumento del 0,5% del nivel de CEM de RF de telefonía móvil de las bandas de frecuencias de 900MHz, 1800MHz y 2100MHz durante el año 2017. Este incremento ha sido aproximadamente del 20% desde el 2013. Este aumento se debe a la implantación de nuevas antenas de telefonía móvil de las bandas de telefonía móvil de 900MHz, 1800MHz y 2100MHz durante los últimos años. Sin embargo, y como se puede apreciar en el gráfico, los niveles medidos siguen estando muy por debajo de los niveles más restrictivos indicados en la normativa vigente.

7.1.2 Niveles medidos con los equipos de monitorización de medición del nivel de campo electromagnético de radiofrecuencia de toda la banda de frecuencias de 100kHz a 8GHz (banda ancha)

El número de equipos de monitorización de la red SMRF que miden exclusivamente del nivel de CEM de RF de toda la banda de frecuencias de 100kHz a 8GHz (banda ancha) es de 48.

El nivel más restrictivo de exposición a CEM de RF indicado en la normativa para la banda de frecuencias de 100kHz a 8GHz es de 28 V/m. Éste es, pues, el nivel más restrictivo de exposición que consideraremos para los niveles de CEM de RF medidos por estos equipos.

A continuación, se muestra la comparativa, mes a mes, entre los niveles medidos entre los años 2013 y 2017, por los 48 equipos de monitorización que miden el nivel de CEM de RF de toda la banda de frecuencias de 100Khz a 8GHz:

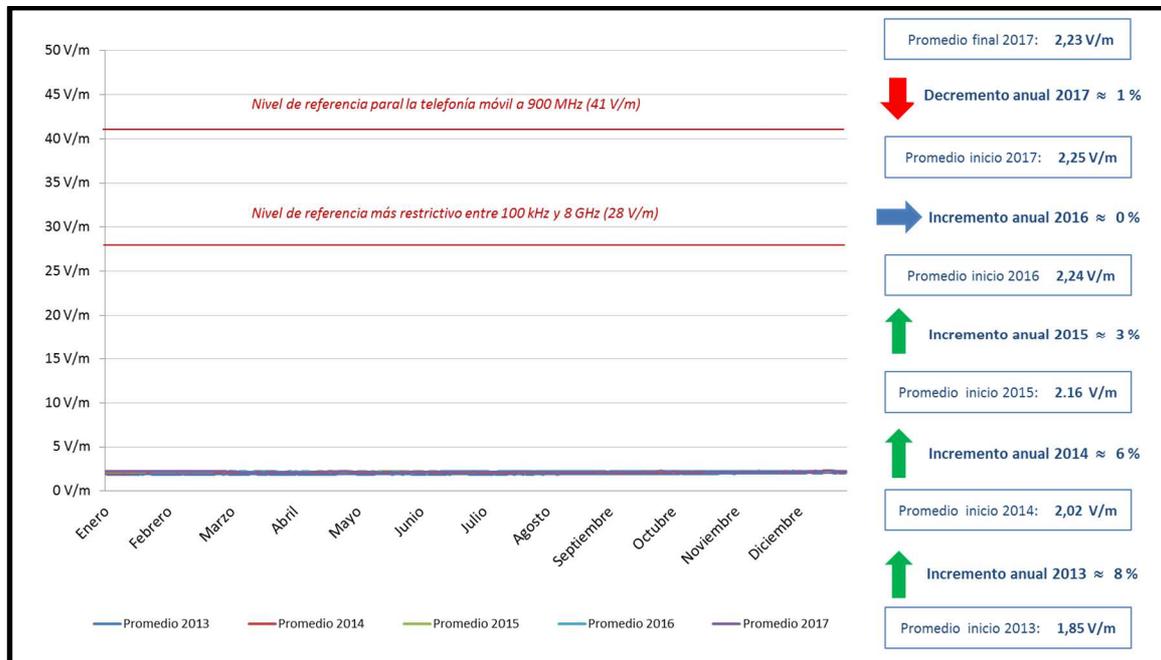


Del análisis del gráfico se observa que no sólo no hay mucha variación en los niveles de CEM de RF medidos durante estos tres años, sino que incluso ha disminuido

ligeramente. Esto es debido a que estos equipos de monitorización están instalados mayoritariamente cerca de infraestructuras de radiocomunicación donde no hay antenas de telefonía móvil, sino antenas de otros servicios, como la radio AM, FM, el WiMAX, etc. y, en este tipo de servicios de radiocomunicación, generalmente, hay menos ampliaciones posteriores de instalación de más antenas. Con la actualización de las sondas de los equipos de monitorización que actualmente miden sólo las bandas de telefonía móvil de 900MHz, 1800MHz y 2100MHz por sondas que miden el nivel CEM de RF de 100kHz a 8GHz (indicado en el apartado 4.1 Niveles medidos con los equipos de monitorización) tendremos cada vez más equipos de monitorización con sondas de 100kHz a 8GHz y, por tanto, obtendremos una medida más precisa del incremento del nivel de CEM de RF debido a la instalación de antenas de telefonía móvil de LTE/4G que actualmente funcionan en las frecuencias de 800MHz y 2.600MHz.

7.1.3 Niveles medidos por todos los equipos de monitorización de medición del nivel de campo electromagnético de radiofrecuencia

Si se considera el conjunto de los 329 equipos de monitorización de la red SMRF que miden el nivel de CEM de RF, es decir, tanto los 281 equipos que miden exclusivamente la banda de telefonía móvil de 900MHz, 1800MHz y 2100MHz, como los 48 equipos que miden toda la banda de frecuencias de 100kHz a 8GHz, la evolución del nivel medido durante los años 2013 y 2017 es el que se muestra en el siguiente gráfico:



Del análisis del gráfico, se observa una ligera disminución del 1% del nivel de CEM de RF medido durante el año 2017.

7.2 Telefonía móvil: unos cuantos datos

Según el informe de La Sociedad de la Información en España 2017¹⁸, que publica la Fundación Telefónica, el número de líneas móviles a nivel mundial se situaba, a finales de 2017, en 7.740 millones de suscripciones, lo que implica una penetración de 103,5 líneas por cada 100 habitantes. En 2016 ya se superó por primera vez al total de la población mundial, una tendencia al alza que se consolidó en 2017.

Los operadores de redes móviles desplegaron un total de 580 redes LTE/4G en 188 países en 2016 (según el estudio anual de GSMA¹⁹), lo que permitió que el 60% de la población ya dispusiera de acceso a redes LTE/4G en 2016, 10 puntos porcentuales más que en el periodo anterior y 49 puntos respecto a la cifra alcanzada en 2012.

En lo referente a la cobertura de las redes LTE/4G a nivel europeo, la media en los países miembros es, según el DESI 2017, del 84,4% de los hogares. Tan solo dos países (Dinamarca y Suecia) han obtenido una cobertura LTE/ 4G al 100% de los hogares, mientras que países como Rumanía apenas alcanza el 40%. En relación al número de suscriptores, los países líderes de la UE-28 en número de líneas por cada 100 habitantes son, en gran medida, países nórdicos tales como Finlandia (147,2), Dinamarca (123,4) y Suecia (119,8).

Banda ancha móvil (BAM)

Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), el número de suscripciones de BAM llegó a los 4.300 millones a finales de 2017, frente a los 3.864 millones en 2016, lo que implica un aumento mundial del 9,2%.

En España, el tráfico móvil de datos creció por encima del 100% durante 2017, en gran medida debido al aumento del 373% del tráfico de datos LTE/4G, llegando al 60% del tráfico total de datos móviles, seguido del 39% de tráfico de datos cursado en la red 3G, cuando en 2016 representaba el 71%. El número de clientes de BAM en España creció un 8,6% y la cobertura del LTE/4G superó, a principios de 2017, el 90% de la población, llegando a más del 94% de los hogares en España²⁰.

En cuanto a la velocidad de tráfico de datos móviles, en España se dispone de una velocidad media de 13,8 Mbit/s frente a los 26 Mbit/s de Reino Unido, país que lidera el ranking, o los 24,1 Mbit/s de Alemania, país que está en segunda posición.

A nivel mundial, el tráfico móvil de datos en los últimos 5 años se ha incrementado un 1.200%, con un crecimiento del 70% en 2017, mientras que el crecimiento del tráfico móvil de voz ha sido del 28% en el mismo periodo.

¹⁸ <https://www.fundaciontelefonica.com/conferencias/presentacion-del-informe-de-la-sociedad-digital-en-espana-sdie/>

¹⁹ GSMA. The Mobile Economy 2017

²⁰ Informe de cobertura de banda ancha en España a mediados de 2016. Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital – Secretaría de Estado para la Sociedad de la Información y la Agenda Digital.

El vídeo representa prácticamente un 50% del tráfico móvil total de datos y se prevé que en los próximos cinco años crecerá a razón de un 50% anual, mientras que el de las redes sociales crecerá solo al 38% anual.

En lo que respecta a penetración de BAM, España sigue siendo uno de los líderes mundiales. Así, durante el cuarto trimestre de 2016, se situaba en el lugar 15 de los países de la OCDE, con 89,2 líneas por cada 100 habitantes, tras países como Japón (152,4), Finlandia (146,9), Australia (128,8), Estados Unidos (126,3), Dinamarca (123,2), Suecia (122,3) o Corea (109,6).

En lo referente a las redes de BAM y diferenciando entre plataformas tecnológicas, la de mayor cobertura sigue siendo la BAM 3,5G (UMTS con HSPA), alcanzando el 99,7% del total de los hogares españoles. En cuanto a las redes LTE/4G, alcanza ya el 94,4% de los hogares, lo que supone un incremento de 3,9 puntos porcentuales respecto al porcentaje registrado a principios de 2016²¹.

Terminales móviles

A nivel mundial, durante el primer trimestre de 2017, los fabricantes de *smartphones* vendieron un total de 347,4 millones de terminales (un aumento de un 4,3% respecto al periodo anterior), lo que supone un crecimiento mayor de lo esperado, tras la significativa caída experimentada en 2016²².

La venta de *smartphones* en España está liderada por marcas asiáticas en 2016. Samsung alcanzó un 24% de la cuota de mercado, seguida por Huawei con un 21%. Apple es el cuarto, con un 8%²³.

Al contrario que los *smartphones*, la venta de *tablets* sí disminuye a nivel mundial. La caída anual se cifra en un 8,5%, siendo el décimo trimestre consecutivo de descensos interanuales. En España se mantiene esta tendencia internacional y en 2016, la venta de *tablets* descendía un 20,1% respecto al periodo anterior²⁴.

En cuanto al uso de los teléfonos móviles, el 86% de los jóvenes posee un *smartphone* y lo usan como dispositivo de referencia para mensajería instantánea (81,7%), acceso a redes sociales (77,5%), consumo de música (65,2%) y vídeos en streaming (52,2%). Según el Global Web Index²⁵, en 2018 se prevé que el 50% de los jóvenes sean *mobile first*, es decir, que consuman del 90 al 100% de su tiempo en la red con una pantalla móvil.

²¹ Informe de cobertura de banda ancha en España a mediados de 2016. Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital – Secretaría de Estado para la Sociedad de la Información y la Agenda Digital.

²² IDC, World Quarterly Mobile Phone Tracker 1Q2017. Press release: <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS42507917>

²³ Kantar Worldpanel. Samsung lidera las ventas de *smartphones* en 2016. Press release: <https://www.kantarworldpanel.com/es/Noticias/Samsung-lidera-las-ventas-de-smartphones-en-2016>

²⁴ Ditrencia, Informe Mobile en España y en el mundo 2017.

²⁵ <https://www.globalwebindex.net/>

El tráfico mensual de datos por *smartphone* sigue aumentando a nivel mundial. En Norteamérica (donde se produce el tráfico más intenso), se llegó a un consumo medio de 6 GB/mes en 2017, mientras que en Europa Occidental es de 3,9 GB/mes. Los dispositivos de pequeña pantalla (menos de 6") generan más del 95% del tráfico móvil de datos en España.

5G

El 2017 ha sido el año en que numerosas operadoras han realizado pruebas de campo con tecnologías pre-5G. Se espera que la primera versión comercial de las redes de 5G (desarrollada por fases sobre la evolución del estándar LTE/4G), esté disponible a finales de 2019 y principios de 2020²⁶. Se ha estimado que para el año 2025 se dispondrá de una cobertura 5G a nivel global del 34%, es decir, unos 2.600 millones de suscriptores en todo el mundo.

5G trae capacidades sin precedentes (>20 Gbps/site, anchos de banda de GHz, gran eficiencia espectral, alta densidad de dispositivos 1 millón disp/km², movilidad 500 km/h), pero lo verdaderamente extraordinario es la disminución de la latencia (<1ms) y la fiabilidad que, por un lado, hará posibles nuevas aplicaciones y, por otro, será lo más complicado y costoso de implementar, requiriendo una transformación completa de la arquitectura, para hacerla más flexible, eficiente y escalable.

5G supone pues una excelente oportunidad para acometer una revolución de la red y de los servicios, aunque el viaje hasta su destino no está exento de desafíos, tanto técnicos como económicos, especialmente en Europa.

La evolución hacia 5G, es por lo tanto, un camino de innovación que debe mantenerse a lo largo del tiempo. Si bien los analistas suponen que la nueva tecnología no será una verdadera realidad comercial hasta 2020, las previsiones económicas de las consultorías parecen muy halagüeñas: IHS estima que la aportación a la economía mundial de la tecnología 5G será de 12,3 billones de dólares para 2035.

²⁶ GSMA. The Mobile Economy 2017