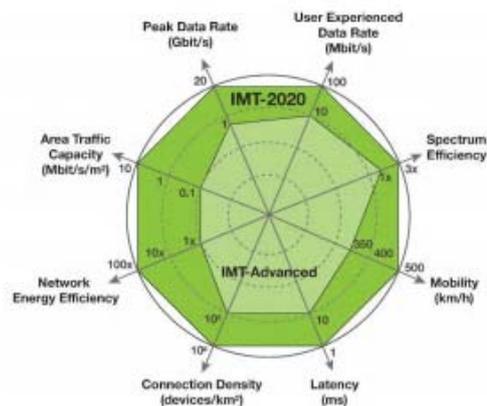


Adenda Técnica al Informe sobre radiofrecuencias y Salud 2017 CCARS

- Introducción a la nueva generación de comunicaciones móviles, 5G. ¿Qué es? ¿Para qué sirve?

Conforme evolucionamos hacia un mundo cada vez más global e interconectado, requerimos que nuestras comunicaciones sean cada vez más rápidas, que enlacen a un mayor número de personas, cosas, etc. y que esta conexión se haga de manera casi instantánea. Este nuevo escenario conlleva de una transformación digital de la sociedad en general, y en particular de las industrias, que integran tecnologías digitales en sus procesos industriales, permitiéndoles desarrollar nuevos productos y servicios, mejorar su eficiencia en el uso de recursos, etc., redundando en una mejora de nuestra calidad de vida. Existen numerosos ejemplos de ello, por ejemplo, en sectores como la automoción y el transporte, la salud, la energía, el entretenimiento o el turismo, donde surgen nuevas aplicaciones y mejoran otras, como el vehículo eléctrico, conectado y autónomo, el diagnóstico remoto o la cirugía robotizada, el uso de realidad aumentada para el desarrollo de experiencias inmersivas formativas, de ocio, etc. o la mejora de la cadena de distribución y logística que permite el comercio electrónico.

A nivel europeo, dentro del programa conocido como *Gigabit Society*¹ o “Sociedad del Gigabit”, se trata de dar respuesta a estas necesidades de conectividad que demanda nuestra sociedad, identificando factores clave que permitan su desarrollo. Uno de los principales factores habilitadores, es sin duda alguna el 5G, como demuestra el Plan de Acción 5G² propuesto por la propia Comisión. En este plan de acción se define tres tipologías de escenarios de casos de uso y aplicaciones, algunas de las cuales pueden ser atendidas con las actuales redes 4G y otras requieren de capacidades que esperan de las futuras redes 5G.



Capacidades esperadas de las futuras redes 5G (IMT 2020) frente a las redes 4G actuales (IMT-Advanced)

¹ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/communication-connectivity-competitive-digital-single-market-towards-european-gigabit-society>

² <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/communication-5g-europe-action-plan-and-accompanying-staff-working-document>

- **eMBB (Enhanced mobile broadband)**, o velocidad ultrarrápida similar a la de la fibra actual, con la que se puede dar servicio a una gran demanda de usuarios móviles que quieren estar siempre conectados o incluso conectividad fija en aquellos lugares que no dispongan de fibra.
- **mMTC (Masive machine-type communications)**, o Internet de Cosas masivo. Disponer de conectividad para miles de millones de “objetos” conectados (sensores en redes de distribución, calidad del aire, etc.), con bajo volumen de transferencia de datos y poco sensibles a la latencia, aunque requieren de alta duración en sus baterías y de un bajo coste.
- **uRLLC (ultra Reliable and Low Latency Communications)**, comunicaciones ultrafiabiles y con baja latencia, que permita la conexión instantánea, resistente y ultrafiable de manera que se puedan soportar aplicaciones de gestión remota en tiempo real (industria, redes críticas, etc.) y toma de decisiones autónomas (vehículo conectado), etc.
- **Estandarización del 5G. Nuevas bandas de frecuencias y el empleo de la tecnología MIMO. Pilotos 5G**

Las futuras redes 5G aún se encuentran en fase de estandarización ([ver 5G Release 15, 3GPP](#)) hasta 2020, pero para conseguir soportar el incremento exponencial esperado en el número de dispositivos conectados, el volumen de datos intercambiados y las altas capacidades de latencia y disponibilidad que requieren estas aplicaciones, requerirán del empleo de tecnología mMIMO (masive MIMO), así como de distintas bandas de frecuencia³, entre las que se encuentran:

- Bandas inferiores a 1 GHz, principalmente las usadas actualmente (800 y 900 MHz), así como la futura banda de 700 MHz que estará disponible tras el segundo Dividendo Digital. Este espectro tiene muy buenas propiedades que permitirán proporcionar amplia cobertura tanto en zona urbana como rural.
- Bandas entre 1-6 GHz, en especial la banda 3,6 GHz como banda pionera para servicios 5G y en bandas actualmente atribuidas a comunicaciones móviles como son la banda de 1800, 2100 y 2600 MHz. Estas bandas ofrecen buenas características tanto en capacidad como en cobertura.
- Bandas superiores a 6 GHz, en especial la banda de 26 GHz, aunque se están estudiando otras bandas de frecuencias. Constituyen un parte del espectro necesaria para soportar altas capacidades por celda, y, por consiguiente, velocidades ultrarrápidas con radios de cobertura limitados (*small cells*).

Para comprobar y validar las capacidades de las futuras redes 5G, se contempla dentro del Plan Nacional de 5G⁴, que constituye la hoja de ruta para la implementación del 5G en nuestro país y que se encuentra alineado con el Plan de Acción 5G de la CE, el

³ Ver informe de Opinión del *Radio Spectrum Policy Group (RSPG)* de la UIT sobre las bandas a usar para 5G en la UE, aprobado en enero de 2018. https://circabc.europa.eu/sd/a/fe1a3338-b751-43e3-9ed8-a5632f051d1f/RSPG18-005final-2nd_opinion_on_5G.pdf

⁴ https://www.mincotur.gob.es/telecomunicaciones/5G/Documents/plan_nacional_5g.pdf

desarrollo de una serie de iniciativas piloto 5G⁵ en las bandas de 3,6 y 26 GHz, en las que participen operadores de telecomunicaciones, empresas suministradoras de equipamiento, universidades, centro de investigación, empresas sectoriales y el propio Ministerio de Economía y Empresa, del que depende la Secretaria de Estado para el Avance Digital. La definición de la convocatoria de pilotos 5G y su seguimiento técnico, depende directamente de la Oficina Técnica del Plan Nacional 5G, que pertenece a la Dirección General de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información, de manera que se garantiza que se cumplen los límites de exposición marcados en el Real Decreto 1066/2001.

En estos pilotos de 5G se evalúa, además del uso de las distintas bandas de frecuencia, el empleo de tecnología MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) masivo o m-MIMO⁶, que ya se emplea en 4G en menor medida, y que permite el ampliar la capacidad y la velocidad de transmisión de datos hacia el usuario final mediante el empleo de múltiples haces directivos enfocados hacia uno o varios usuarios en grupo. A diferencia de las estaciones tradicionales, que radian la energía en un área de cobertura que sigue un patrón fijo, las estaciones 5G con tecnología MIMO, dispondrán de una antena capaz de radiar en múltiples direcciones específicas, enfocando directamente hacia los usuarios, siguiéndoles incluso en movimiento, lo que permite reducir las interferencias y mejorar la cobertura, traduciéndose en un sistema más eficiente, que reduce la potencia emitida y optimiza recursos, manteniendo la misma calidad de servicio hacia el usuario final. Sin embargo, esta mejora de la eficiencia de los sistemas radiantes trae consigo una mayor complejidad del sistema radiante y un aumento en la variabilidad en la potencia emitida, tanto temporal (que es la magnitud que tradicionalmente se contemplaba a la hora de fijar los límites de exposición), como espacial (desaparece el concepto de zona de cobertura, entendida como aquella zona donde se concentran los usuarios expuestos a las señales de la antena), lo que dificulta el análisis de los niveles de exposición.

- **Evaluación de la explosión radioeléctrica del público en general. Retos 5G**

Actualmente en nuestro país, es el Real 1066/2001⁷, el que establece las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico y las restricciones a las emisiones radioeléctricas, transponiendo a nivel nacional, las directrices de la Comisión Internacional sobre la protección de la radiación no ionizante (ICNIRP)⁸ y la Recomendación europea 1999/519/CE⁹, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0-300 GHz). En sus Artículos 8 y 9, y en la Orden

⁵ Ver página web Ministerio

<https://www.mincotur.gob.es/telecomunicaciones/5G/Paginas/Pilotos5G.aspx>

⁶ Artículo sobre MIMO, José María Hernando, Cayetano Llunch y José Manuel Vázquez, Portal de la 5G, Grupo de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Departamento SSR de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación (ETSIT), UPM.

<http://www.grc.ssr.upm.es/Portal%205G/subsitio/Informes%20y%20Notas/ARTICULO%20SOBRE%20MI%20MO.pdf>

⁷ Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2001-18256>

⁸ Disponible en: <https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf>

⁹ Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999H0519&from=ES>

CTE/23/2002 ¹⁰ que los desarrolla, se establecen mecanismos para el seguimiento de los niveles de exposición, la realización de planes de inspección y la elaboración de un Informe anual sobre la exposición general a emisiones radioeléctricas. Esto resulta en un triple control de las estaciones base de telefonía móvil: primero, previo a la autorización de instalación, mediante un estudio previo realizado por un técnico competente en el que se garantiza que se cumplen los niveles y se minimiza la exposición. Después, antes de iniciar la emisión y poner en funcionamiento las antenas, una inspección por parte del Ministerio para comprobar que se ajusta a lo proyectado, y, por último, anualmente, requiriéndose la presentación a los operadores de las correspondientes certificaciones de cumplimiento de normativa y límites vigentes en sus estaciones de radiocomunicaciones durante el año anterior. Actualmente, a la hora de realizar dicho estudio, se define un volumen de referencia fuera del cual se garantiza que no se superan los límites de exposición radioeléctrica, de manera que, asegurándose que ninguna persona permanece dentro del volumen de referencia, se certifica que se cumplen los niveles de exposición que se indican el Real Decreto 1066/2001. Para calcular este volumen, se consideran, entre otros factores, la ganancia y potencia transmitida por las antenas a instalar, contemplándose valores máximos, como si el sistema se encontrara en todo momento a máxima potencia, lo cual constituye una situación conservadora, aunque poco realista, ya que ambos parámetros varían con el tiempo en función del volumen de tráfico cursado por la estación base, pero nos permite eliminar la variabilidad temporal de la exposición radioeléctrica, garantizando que el 100% del tiempo se cumplen los niveles de referencia.

Sin embargo, a la hora de realizar este mismo análisis para las futuras antenas 5G con tecnología MIMO, nos encontramos con el problema de la variabilidad espacial de la potencia emitida que se focaliza en unas direcciones concretas, e incluso sigue el movimiento de los usuarios. Esto provoca que los valores de potencia registrados no solo varíen de unos instantes a otros, sino que también entre puntos próximos en función del tráfico y de la posición relativa de los usuarios. Aplicar una aproximación similar a la realizada actualmente en la que todos los canales de comunicación estuvieran emitiendo todo el tiempo a máxima potencia y en todas las direcciones posibles, resulta técnicamente imposible dentro del funcionamiento normal de la antena, por lo que es necesario buscar otras aproximaciones al problema, como las propuestas por algunos estándares europeos como el IEC 62232 ¹¹ o el ITU-T k.100 ¹² plantean apoyarse en datos estadísticos para definir el valor máximo de potencia emitida en escenarios reales.

¹⁰ Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2002-694

¹¹ Disponible en: https://webstore.iec.ch/preview/info_iec62232%7Bed2.0%7Den.pdf

¹² Disponible en: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=s&id=T-REC-K.100-201801-1!!PDF-E&type=items

- **Conclusiones**

Por último, en este apartado se recogen las principales conclusiones extractadas:

- A diferencia de la transición hacia el 4G, 5G presenta un mayor impacto, que va más allá de un mero cambio tecnológico, constituyendo un elemento habilitador de transformación digital. El despliegue de esta nueva tecnología móvil trae consigo el empleo de nuevas bandas y la tecnología MIMO, lo que plantea nuevos retos desde el punto de vista de la evaluación de la exposición a las radiofrecuencias.
- Actualmente, según los datos del Informe anual sobre la exposición del público en general a las emisiones radioeléctricas elaborado por el MINETAD, se observa que los niveles de exposición medidos se encuentran muy por debajo de los niveles límite de exposición fijados en el RD 1066/2001 , recordando que se han atendido 390 peticiones de medidas en ubicaciones específicas ante la demanda de terceros interesados y mediciones permanentes en 43 emplazamientos diferentes durante largos periodos de tiempo.
- El Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud (CCARS), en su último Informe sobre radiofrecuencias y salud 2013-2016, concluye que no existen actualmente razones técnicas ni sanitarias que justifiquen la imposición arbitraria de límites de exposición mucho más restrictivos y sensiblemente inferiores a los recomendados por la OMS-ICNIRP y la Unión Europea. Aplicar límites más restrictivos supone que hay que aumentar el número de antenas, con los impactos consecuentes (ambientales, económicos, administrativos, etc.)