

Cuadernos de Tecnología
evoca

EL IMPACTO DEL 5G



ÍNDICE

1	Introducción	3
	- Las generaciones de la telefonía móvil	3
	- 5G, mucho más que una evolución	4
	- Estandarización y Despliegue	6
2	Capacidades y ventajas del 5G	8
	- Una mejor gestión del espectro	9
	- La velocidad de transmisión sí importa	13
	- Disminuir la latencia	14
	- IoT	15
	- Smart Cities	16
	- Industria 4.0	18
3	El impacto económico del 5G	19
	"Las incertidumbres del 5G", por Ignacio del Castillo	20
	- Los principales agentes	26
	- La nueva cadena de valor	28
	- Restructuración del sector	29
	- Proveedores de servicios	30
4	Casos de uso	34
	"Las industrias que más partido sacan al 5G", por Marimar Jiménez	35
	- Relación de los principales casos de uso 5G	40
5	Planes de implantación	45
	"La realidad digital en España es el 5G", por Eugenio Fontán	46
	- El estándar pendiente	50
	- El interés de Estados Unidos	51
	- El apoyo de Europa	53
	- España: El Plan Nacional 5G	54
	- Barcelona, capital europea 5G	55
6	Conclusiones	57
7	Glosario	61

Esta publicación ha sido posible gracias a la colaboración de Cellnex



Los cuadernos de tecnología son una iniciativa de Evoca Comunicación e Imagen, una nueva colección destinada a divulgar las últimas novedades del sector tecnológico. Este primer número ha sido realizado por Julio Cerezo y Pepe Cerezo, con la colaboración de Eugenio Fontán (Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación), Marimar Jiménez (CincoDías) e Ignacio del Castillo, de Expansión. A todos ellos nuestro agradecimiento.

Edita: Evoca Comunicación e Imagen
Marqués de Urquijo, 11. 28008 Madrid
www.evocaimagen.co
info@evocaimagen.com

Diseño gráfico: Tau

1. Introducción



El número de líneas móviles existentes en el mundo superó por primera vez a la población mundial a finales de 2017. Los 7.800 millones de tarjetas SIM utilizadas por humanos (sin incluir las conexiones entre máquinas) aventajaban en 200 millones a la población del planeta. Y en esa misma fecha el número de usuarios únicos de telefonía móvil superó los 5.000 millones de personas, lo que representa un grado de penetración del 66%¹. Son datos recogidos en el informe anual Mobile Economy de la GSMA, la asociación que organiza el Mobile World Congress (MWC) que se celebra en Barcelona, y presentados en la edición de 2018.

Tras 40 años de vida de tecnología móvil y tan solo 7 años más tarde de la aparición del primer teléfono móvil 4G, la quinta generación de telefonía móvil 5G llama a la puerta y anuncia su despliegue para 2020. La industria inalámbrica –que ha transitado por cuatro anteriores– se prepara ya para una nueva generación llamada a revolucionar no solo el mundo de las comunicaciones móviles sino el de la economía e industria en su conjunto.

Como se subraya en el Plan Nacional del 5G, aprobado en 2017 por el Gobierno español para el impulso del nuevo sistema, la tecnología 5G “no solo constituye el nuevo paradigma de las comunicaciones inalámbricas, sino que será el componente tecnológico esencial en la transformación digital de la sociedad y de la economía en los países más avanzados durante la próxima década. A

diferencia de lo que supuso la sustitución del estándar 3G por 4G, la implantación del 5G tendrá un impacto más allá de un cambio tecnológico en las redes de telefonía móvil y constituye el sustrato tecnológico básico para desarrollar la transformación digital”, un proceso sobre el que existe un consenso global de su importancia e impacto en la economía y en el conjunto de la sociedad.²

Las generaciones de la telefonía móvil

La primera generación de telefonía móvil apareció en 1979, era analógica y su uso estaba restringido a la voz³. La calidad de la transmisión era mala, la velocidad, muy baja (2,4 kbits/s) y la duración de la batería, muy corta. No existía un estándar único y no todas las redes estaban basadas en los mismos protocolos, por lo que no resultaba fácil su interconexión.

Con la llegada del 2G en 1990 la telefonía pasó a ser digital y se acordó también el primer estándar, conocido como GSM (Global System for Mobile Communications), que tenía como principal finalidad la interconexión de las redes. Una mejora posterior ligada a la transmisión de datos a mayor velocidad (56 kbits/s), favoreció la conexión a Internet desde los terminales móviles, la utilización de los SMS (Short Message Service) y la aparición de los primeros y rudimentarios “smartphones” o teléfonos inteligentes como las “blackberries”.

¹ <https://www.gsma.com/mobileeconomy/wp-content/uploads/2018/02/The-Mobile-Economy-Global-2018.pdf>

² http://www.minetad.gob.es/es-es/gabineteprensa/notasprensa/2017/documents/plan_nacional_5g.pdf

³ <http://blog.commscopetraining.com/cellular-wireless-watch-the-evolution/>

Las redes 3G se introdujeron en 1998 y representan la llegada del Internet móvil. La mejora de la potencia de las antenas permitió mayor número de conexiones, mayor calidad de voz y mayor velocidad para transferir datos, (hasta los 2 Mbits/s), facilitando el uso de aplicaciones de audio y video en tiempo real, la transmisión de datos y el acceso a Internet desde el móvil.

Así llegamos a la cuarta generación de redes, la actual, que se lanzó en 2008. Al igual que su predecesor, el 4G admite el acceso web móvil pero añade también otros servicios y funcionalidades que demandan velocidades de transmisión más altas (Juegos en red, Televisión móvil en Alta Definición, videoconferencia, etc.). La velocidad máxima de una red 4G llega a ser 50 veces más rápida que las de tercera generación. Cuando el dispositivo se está moviendo es de 100 Mbps, velocidad que se multiplica por 10 hasta el 1 Gbps para una comunicación de movilidad baja, como cuando se está parado o caminando.

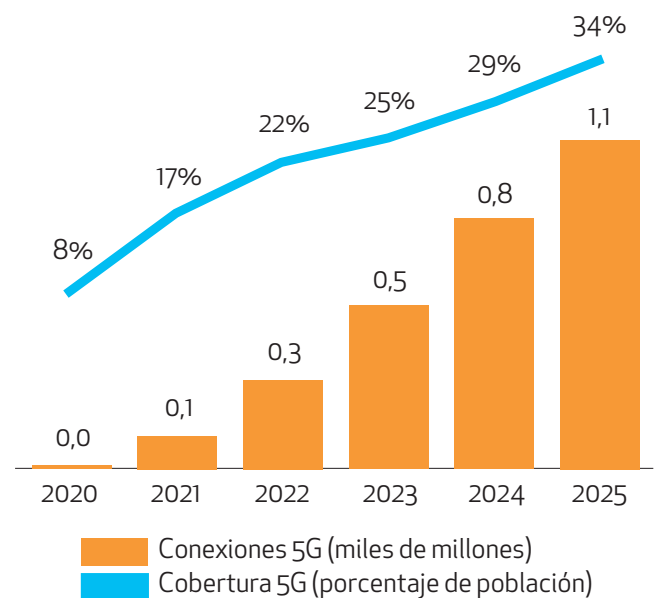
5G, mucho más que una evolución

La evolución de la telefonía móvil ha venido impulsada para dar respuesta a las nuevas necesidades y demandas de comunicación de la sociedad. Y la constante en estos 40 años de evolución de las tecnologías inalámbricas móviles ha sido poder acceder a aplicaciones y contenidos cada vez más exigentes, por su propia naturaleza y tamaño, con la velocidad de transmisión óptima para su uso. Comunicaciones seguras, fiables y eficientes en el uso del espectro radioeléctrico y las infraestructuras de red.

Pero 5G va mucho más allá de los teléfonos inteligentes. Inmersos como estamos en la transformación digital de la sociedad, las soluciones vinculadas al Internet de las cosas y el big data, la robótica, la realidad virtual o la ultra alta definición, alcanzarán su despliegue e implantación

sobre redes 5G. Y las redes actuales de 4G no cuentan con el ancho de banda suficiente para la gran cantidad de datos que esos dispositivos transmitirán. Para 2025 se espera que el número de dispositivos conectados alcancen en todo el mundo los 100.000 millones, incluyendo sensores, termostatos, vehículos, electrodomésticos, robots y todo otro tipo de dispositivos⁴.

Previsión Adopción 5G



Fuente: The Mobile Economy 2017. GSMA Intelligence

Aquí radica la verdadera razón de fondo de la aparición del 5G. La capacidad adicional hará que el servicio sea más confiable, permitiendo que más dispositivos se conecten a la red simultáneamente.

El coche conectado, la realidad virtual, la regulación del tráfico en las ciudades o los robots que trabajen en red son ejemplos de casos de uso apropiados para el 5G, "que promete abrir la puerta a nuevos procedimientos quirúrgicos, medios de transporte más seguros, comunicación

⁴ Global Sensors in Internet of Things (IoT) Devices Market, Analysis & Forecast: 2016 to 2022. https://www.researchandmarkets.com/research/bvgxvl/global_sensors_in#description



instantánea para los servicios de emergencia y socorro y una nueva forma de consumir entretenimiento de última generación a través de la realidad virtual y el 3D”.

Para la Comisión Europea⁵ los “beneficios estimados al introducir el 5G en solo cuatro sectores productivos –automoción, salud, transporte y “utilities”—aumentarían hasta alcanzar los 62.500 millones de euros de impacto directo anual dentro de la Unión Europea en 2025, que se elevaría a 113.000 millones de euros sumando los impactos indirectos”.

Las redes 5G también reducirán prácticamente a cero el tiempo de retraso entre los dispositivos y los servidores con los que se comunican, la denominada latencia. Esta característica es determinante a la hora de configurar servicios en los

cuales la velocidad en la respuesta es una condición indispensable, como en la conducción asistida, las operaciones quirúrgicas o la producción industrial robotizada. En el caso de los automóviles que se conducen solos, eso significa una comunicación sin interrupciones entre el coche, otros vehículos, centros de datos y sensores externos.

5G será más rápido, más inteligente y consumirá menos energía, lo que permitirá su aplicación a una gran cantidad de nuevos dispositivos inalámbricos –sensores, termostatos, electrodomésticos, herramientas, vehículos–.

5G tiene el potencial de ofrecer velocidades hasta 40 veces más rápidas que 4G, lo suficientemente “veloz” para transmitir video “8K” en 3D o descargar una película 3-D en aproximadamente 6 segundos (en 4G, tomaría 6 minutos).

⁵ Estudio SMART 2014/0008: “Identification and quantification of key socio-economic data to support strategic planning for the introduction of 5G in Europe” https://connectcentre.ie/wp-content/uploads/2016/10/EC-Study_5G-in-Europe.pdf

Estandarización y Despliegue

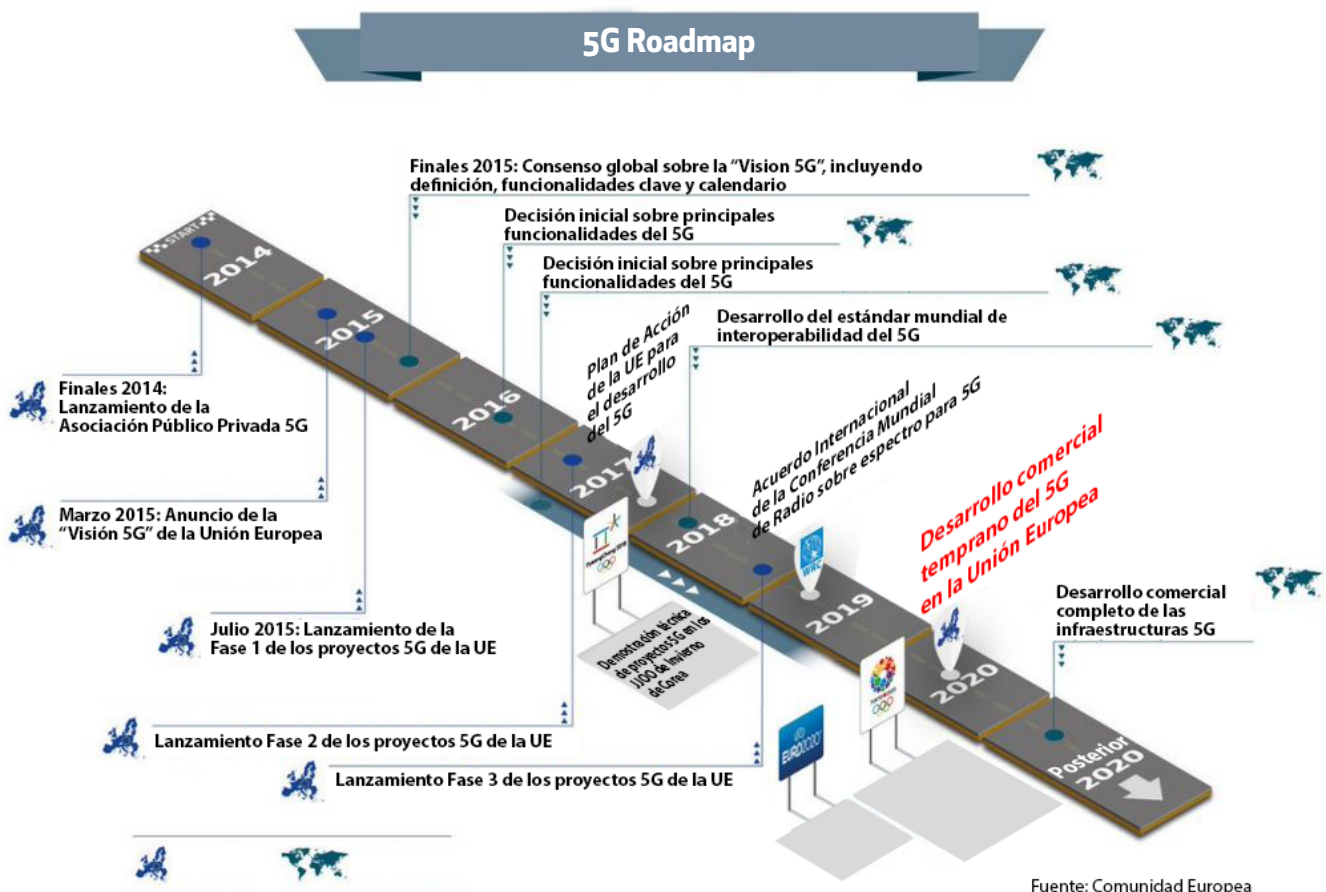
Desde hace varios años, los principales operadores de telefonía móvil a nivel mundial, fabricantes de chips de teléfonos inteligentes y las principales empresas de equipos de red están trabajando y colaborando en el desarrollo de la tecnología de red 5G.

“Si bien la madurez tecnológica y comercial de la 5G y por lo tanto el desarrollo masivo de esta tecnología se prevé en el horizonte del año 2020, es imprescindible tomar una serie de iniciativas regulatorias y de innovación que permitan experimentar las oportunidades de la 5G” se señala en el Plan Nacional 5G. “Durante este período de tiempo es necesario impulsar la adopción de estándares, identificar casos de uso, experimentar con las tecnologías y desarrollar los ecosistemas correspondientes.”

Aunque el proceso de estandarización del 5G aún no ha concluido, el sector considera que 2019 será la fecha en que el estándar 5G se verá completado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, el organismo competente en la materia de las Naciones Unidas. Los estándares determinarán qué tecnologías inalámbricas se pueden llamar “5G”, así como también qué características deben incluir.

Frecuencias y bandas de uso

Una gran parte de la experimentación 5G de las compañías inalámbricas se está desarrollando en frecuencias súper altas, tan altas como 73,000 MHz. Las redes actuales de telefonía celular emiten señal en un rango de 700 MHz a 3.500 MHz.



La ventaja de las señales de alta frecuencia es que son capaces de proporcionar velocidades de datos significativamente más rápidas. La desventaja es que su alcance es mucho más corto y no pueden penetrar fácilmente en los edificios. Eso significa que los operadores necesitarán desplegar miles –o quizás millones– de pequeñas células por todo el territorio: en farolas y tendidos urbanos, en las fachadas de los edificios e incluso dentro de cada hogar.

Un proceso de despliegue que será lento y requerirá de inversiones multimillonarias. De ahí que el escenario más plausible que apuntan los expertos es que el 5G vaya a complementar al actual 4G, en vez de reemplazarlo completamente. En edificios y en áreas muy concurridas, 5G podría proporcionar un aumento de velocidad. Pero en otros espacios menos competidos en uso, por ejemplo en las vías de transporte interurbanas, el 4G podría ser la única opción disponible, al menos durante un tiempo.

5G será más rápido, más inteligente y consumirá menos energía, lo que permitirá su aplicación a una gran cantidad de nuevos dispositivos inalámbricos –sensores, termostatos, electrodomésticos, herramientas, vehículos–.

2. Capacidades y ventajas del 5G



Al revisar la evolución de las diferentes generaciones de redes parece incuestionable que cada nueva generación tecnológica –que, como hemos visto en la introducción– abarca aproximadamente una década desde sus inicios hasta el comienzo de la siguiente– ha representado un nuevo impulso al desarrollo digital de la economía y de la sociedad en su conjunto. La evolución de la tecnología, en paralelo a las nuevas redes, ha venido a dar respuesta a las nuevas necesidades y servicios digitales que están surgiendo, es lo que se conoce como “mobile economy”. Si las redes de primera y segunda generación estaban pensadas casi exclusivamente para los servicios de voz, las 3G representaron un salto cualitativo al ofrecer, además de voz, datos. Frente a éstas, las 4G supusieron el impulso de experiencias de Internet de banda ancha. Con su irrupción, las redes 5G, que permitirán multiplicar por cien o más la velocidad del actual 4G, conseguirán integrar a todas las anteriores e impulsarán la creación de un nuevo ecosistema de servicios para usuarios y corporaciones. Y lo que es más importante, supondrán el anhelado deseo de la conectividad omnipresente tanto para personas, lo que da lugar a un internet ubicuo, como para máquinas y dispositivos, impulsando la cuarta revolución industrial.

Con el despliegue y primeras pruebas de redes 5G asistimos a una nueva ola de transformación que supone una evolución superior a la que han representado las generaciones anteriores, ya que consigue englobar y mejorar las cualidades de las precedentes y abrir la puerta a nuevas

posibilidades técnicas y a nuevos modelos de negocio. De esta manera, el 5G da un paso más no sólo al integrar las capacidades de las anteriores sino al dar respuesta a las necesidades del auge de la IoT, y, por tanto, a los nuevos ecosistemas hiperconectados que requieren al mismo tiempo la gestión de las comunicaciones y las capacidades de computación integradas en la propia Red.

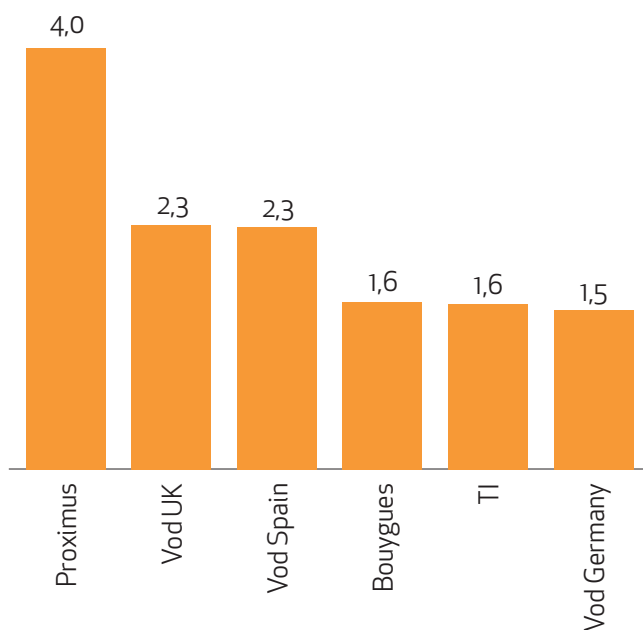
Este aspecto resulta fundamental porque, frente a los modelos anteriores, la computación, que en las generaciones precedentes se encontraba centralizada, pasa a la propia red. En palabras de Asha Keddy, gerente general de estándares móviles para tecnología avanzada de Intel, “veremos cómo las capacidades informáticas se fusionan con las comunicaciones en todas partes, por lo que miles de millones de utensilios y cosas no tendrán que preocuparse de la potencia informática ya que la red hará posible cualquier procesamiento que sea necesario”⁶.

Las principales compañías de redes, entre las que se encuentran Huawei, Ericsson, ZTE o Nokia, están de acuerdo en fijar para 2020 la fecha del lanzamiento comercial del 5G. En este sentido, es necesario resaltar el protagonismo de España ya que ha sido en nuestro país donde se ha llevado a cabo la primera conexión 5G. Este hito, fruto de una colaboración entre Vodafone y Huawei, posibilitó la primera llamada telefónica utilizando el nuevo estándar comercial NSA (Non Stand Alone) entre Madrid y Castelldefels. Como recoge el plan nacional 5G

⁶ The plans for 5G to power the internet of things <https://qz.com/179980/the-plans-for-5g-to-power-the-internet-of-things/>

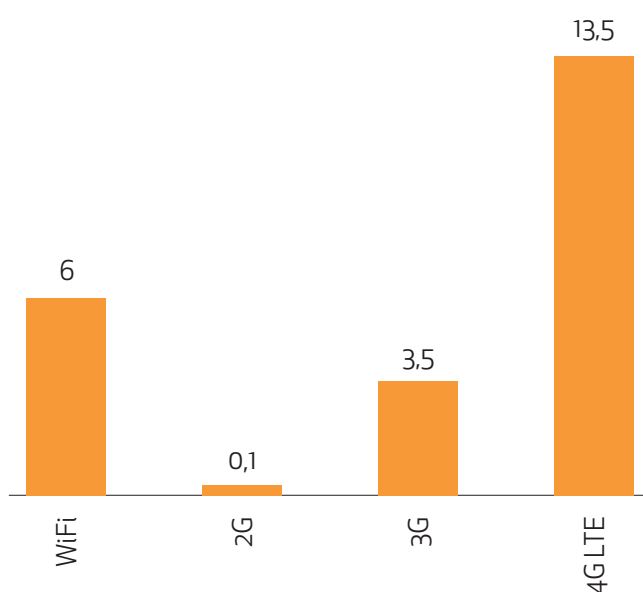
Uso de datos

El uso de datos 4G multiplica 2-4 veces el uso de datos en 3G



Fuente: Informes de las compañías, Barclays

La velocidad de datos media crece hacia el LTE (Mbps)



Fuente: Vodafone, Barclays Research

del Ministerio de Industria,⁷ las innovaciones tecnológicas, que situarán a España a la vanguardia de la transformación digital, se sustentan en las nuevas capacidades de las redes 5G:

- **Banda ancha móvil de alta velocidad y capacidad** o eMBB (enhanced mobile broadband) que permitirá alcanzar velocidades en movilidad superiores a 100 Mbit/s con picos de 1 Gbit/s
- **Comunicaciones ultra fiables y de baja latencia.** El retardo en la transmisión se reducirá hasta alcanzar 1 milisegundo (ms) frente a los 20-30 milisegundos que permiten las actuales redes 4G.
- **Comunicaciones masivas máquina a máquina (M2M).** Las nuevas redes 5G incrementarán las capacidades de gestión de conexiones simultáneas propias de la IoT como sensores, domótica, robótica etc. y por supuesto la gestión de grandes cantidades de datos.

Siendo muy importantes aspectos como la mejora en la velocidad de transmisión y la disminución de latencia, es probable que la mayor revolución se materialice en las nuevas capacidades para ofrecer una conectividad inteligente ilimitada, mejorando servicios que disponíamos hasta la fecha y, lo que es más relevante, fomentando la transformación de los procesos industriales e impulsando la creación de nuevos sectores como la IoT, las "smart cities" o la industria 4.0.

Una mejor gestión del espectro

Los actuales estándares y redes 4G son claramente insuficientes para satisfacer los nuevos hábitos de uso del "mobile", caracterizado por el auge de la demanda de video online o los nuevos servicios de realidad virtual así como por la

⁷ Plan Nacional 5G 2018-2020 www.minetad.gob.es/es-ES/Gabinete-Prensa/NotasPrensa/2017/Documents/Plan_Nacional_5G.PDF

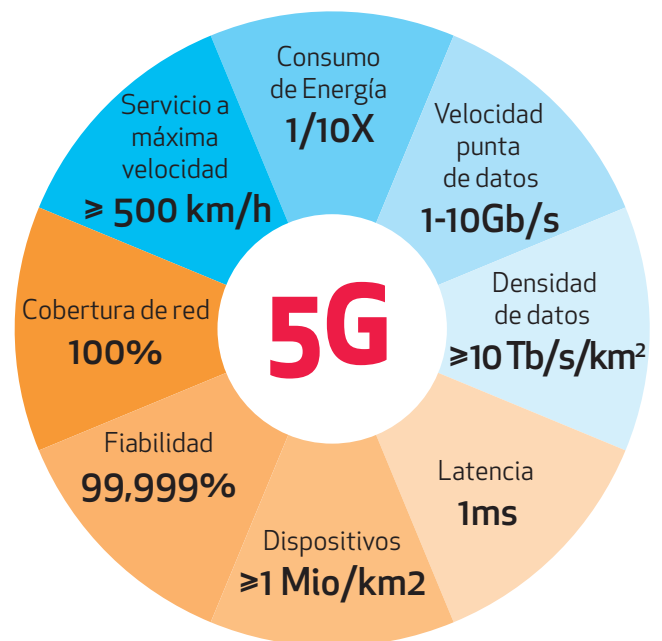
paulatina implantación de la IoT, con miles de millones de dispositivos, sensores, etc. emitiendo bits para comunicarse. De la misma forma hay que dar respuesta a las nuevas demandas de sectores enteros como el de la salud o la industria robotizada para los que el ancho de banda y los tiempos de respuesta de la red (latencia) resultan ser cada vez más críticos.

Por ello, el 5G se concibe como un innovador ecosistema compuesto por una nueva arquitectura de red, nuevos modelos de estaciones base y nuevos estándares de complejación de ondas. En esta línea, diferentes grupos de investigación⁸ están trabajando ya para la mejora del espectro mediante nuevas técnicas de multiplexación de ondas y de una nueva arquitectura más densa en número de células macro, micro y pico (densificación), que permitirán un mejor uso del espectro existente, lo que aumentará la transmisión del número de bits por segundo.

Los operadores de telefonía móvil están trabajando en múltiples vías para abordar este desafío. Si utilizamos el símil del tráfico de carreteras, la mejora de la gestión puede venir por el aumento de las carreteras disponibles, es decir, la reasignación del espectro como la reciente subasta en los EE.UU. Otra opción sería conseguir que las carreteras sean más eficientes. Siguiendo con el símil, en el tráfico móvil correspondería al incremento de la densificación a través del aumento de la ubicación y el despliegue de pequeñas células. Al mismo tiempo, el mejor estado y uso de las carreteras dinamiza también el tráfico que circula por ellas, lo que correspondería en las inalámbricas a una mejor gestión del espectro gracias a la utilización de redes definidas por software y funcionalidad de red más eficientes.

En este sentido, la mejora de la gestión del espectro permitirá a los operadores móviles transmitir en más frecuencias, provocando un incremento directo y en general proporcional de la capacidad de la Red. Por contra, al necesitarse frecuencias más altas, la cobertura será menor, requiriendo un mayor número de emplazamientos de radio (*cell splitting*), dando lugar a una nueva generación de estaciones base denominadas MIMO (Massive Multiple Input, Multiple Output) que prometen un mayor ancho de banda y mayores velocidades. Su despliegue, que incorporará además otros elementos de antena, podría aumentar las velocidades de datos y mejorar la calidad de la transmisión.

Requerimientos 5G



Fuente: Arthur D. Little. Comisión Europea

Es importante destacar que en 5G las comunicaciones se concentran especialmente en los bordes de las celdas, otro aspecto que permitirá multiplicar por 100 la velocidad actual de transmisión de datos. Es lo que se denomina

⁸ 5G: The Internet for Everyone and Everything www.ni.com/pdf/company/en/Trend_Watch_5G.pdf

técnicamente como “*edge computing*”. De esta forma la inteligencia se desplaza de los servidores de datos centralizados a los márgenes de las redes. El “*edge computing*” es un método que optimiza los sistemas de computación en la nube mediante el procesamiento de datos en el borde de la red, cerca de la fuente que genera los datos, por ejemplo en los sensores vinculados a la IoT. Estas técnicas reducen el ancho de banda de comunicaciones necesario entre los sensores y el centro de datos central, además de proporcionar una gestión más eficiente al utilizar los recursos solo cuando son necesarios y no requerir estar continuamente conectados a la red. Actualmente, el “*edge computing*” cubre una amplia gama de tecnologías tanto de software como de hardware que incluyen sensores inalámbricos, análisis de datos móviles, redes y procesos peer-to-peer (P2P) y un largo etc.

Otro aspecto que hace diferente las conexiones 5G de todas las anteriores es la creación de una red de extremo a extremo que funciona con niveles de servicio y criterios de rendimiento definidos. Es decir, la posibilidad de crear “segmentos virtuales” de la red (de ahí su nombre “*network slicing*”⁹) que facilita que cada segmento o sección pueda gestionarse de forma virtual e independiente. El corte de red permitiría laminar la red 5G en múltiples redes virtuales. Esto le confiere una mayor flexibilidad y nuevas capacidades ya que cada segmento puede utilizarse de forma autónoma y diferencial. En definitiva, el “*slicing*” ofrece la posibilidad de eliminar conflictos de priorización de tráfico para diferentes paquetes de datos, proporcionando así un alto grado de versatilidad que admiten usos diferentes a la vez.

Las técnicas de segmentación virtual de la red¹⁰, que abarcan varias tecnologías, son como hemos visto fundamentales para establecer “redes

dedicadas”, especialmente útiles para nuevos sectores y servicios como la conducción autónoma, la robótica y, en general, cualquier solución IoT. Por este motivo permitirá desarrollar nuevos modelos de negocio ya que cada segmento virtual puede ser optimizado para servir a una aplicación vertical específica, por ejemplo para ciertos servicios IoT que requieren gestionar unos pocos bits pero que pueden necesitar una latencia diferente a un videojuego masivo o una operación quirúrgica en remoto que demanda mucho tráfico y una mínima latencia.

Gracias a la combinación del aumento de la velocidad de transmisión y de la disminución de la latencia aparecen nuevas posibilidades que la Next Generation Mobile Networks Alliance¹⁰ (NGMN) ha clasificado en ocho ámbitos o campos que se verán mejorados y beneficiados gracias al 5G:

Acceso de banda ancha en zonas urbanas de alta densidad. Permitiendo servicios como Video de alta calidad, Smart Office y otros servicios basados en la nube. Además del desarrollo del sector audiovisual, permitirá nuevas posibilidades para servicios tanto B2B como B2C gestionados en la nube, pudiendo sustituir a las redes fijas para trabajadores en movilidad como es el caso de las flotas comerciales, logística, etc.

Alta velocidad para usuarios en movilidad. Que incluye el uso de datos en trenes, computación remota, aeronaves y puntos calientes en movimiento.

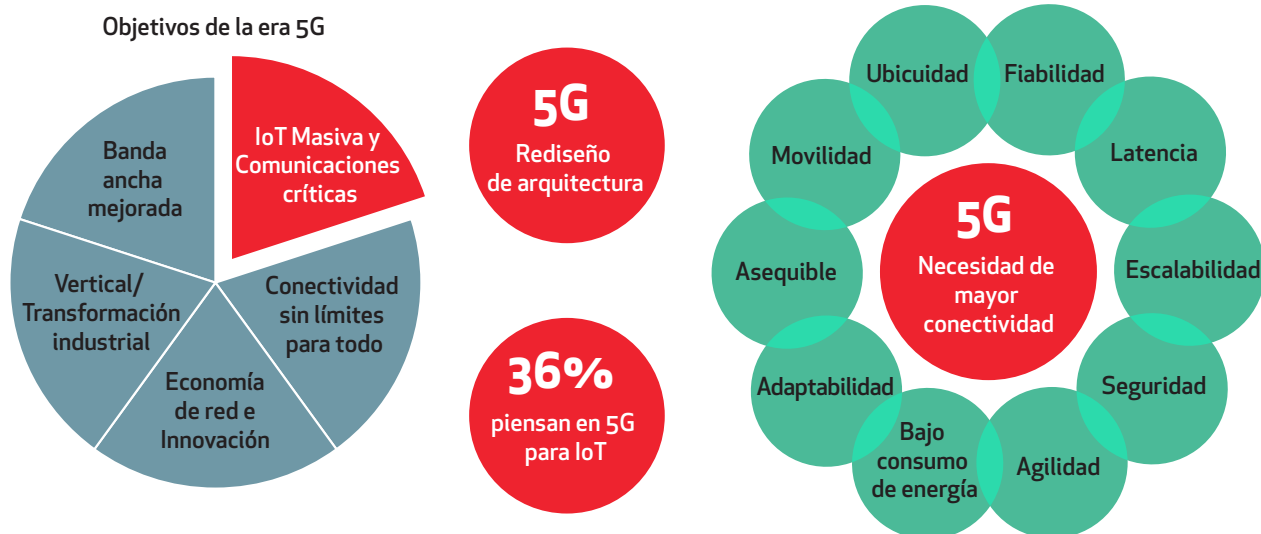
Internet of Things masivo. Redes de sensores, domótica, wearables, sistemas de vigilancia y un largo etc. crearán un nuevo ecosistema de servicios interconectados que revolucionarán innumerables sectores dando lugar a la cuarta revolución industrial.

9 Network slicing for 5G networks & services [file:///Users/Pepe/Desktop/5G%20/5G_Americas_Network_Slicing_11.21_Final%20\(1\).pdf](https://Users/Pepe/Desktop/5G%20/5G_Americas_Network_Slicing_11.21_Final%20(1).pdf)

10 5G White Paper. https://www.ngmn.org/fileadmin/ngmn/content/downloads/Technical/2015/NGMN_5G_White_Paper_V1_0.pdf

El futuro del 5G e IoT

Para el año 2021, los casos de uso de IoT en 5G impulsarán al 70% de las empresas del G2000 a gastar 1,2 billones de dólares en soluciones de administración de conectividad
IDC Noviembre 2017



La cadena de valor del 5G a nivel global generará un rendimiento de 3,5 billones de dólares y 22 millones de empleos en 2035

Servicios de difusión. Incluye servicios existentes como la transmisión en video y nuevas posibilidades como la información de atascos de tráfico o servicios en grandes aglomeraciones de gente.

Acceso de banda ancha ubicuo. Aumentando el alcance geográfico de las redes inalámbricas actuales, al tiempo que ofrece mayor capacidad y eficiencia con mejoras evidentes de costes.

Comunicaciones extremas en tiempo real. Abarcará desde la informática a distancia hasta la conducción autónoma, siendo el elemento común la necesidad de poder analizar ingentes cantidades de datos en tiempo real.

Comunicaciones ultra fiables. Desde la conducción automatizada, el control de robots/drones, la supervisión remota de servicios de salud o de

seguridad pública. Estas funciones requieren una cobertura geográfica completa.

Comunicaciones Lifeline. Servicios ofrecidos en caso de catástrofes o situaciones extremas.

Por tanto, se espera que 5G impulse aún más la digitalización de la economía. La capacidad para manejar grandes volúmenes de datos con baja latencia en tiempo real¹¹ desplegará toda una suerte de servicios basados en la nube, transacciones de próxima generación como las aplicaciones basadas en "block chain", que requiere grandes recursos de computación en un corto espacio de tiempo, la realidad aumentada (AR), la inteligencia artificial (IA) o el Internet de las cosas (IoT). Los usuarios podrán disfrutar de nuevos servicios y mejores experiencias de uso

¹¹ Horizon 2020 Work Programme 2018-2020 <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en>

a alta velocidad, baja latencia y mínimos retardos, fluctuaciones e interrupciones. Por tanto, las tecnologías 5G contribuirán a la creación o potenciación de sectores verticales como la IoT o la smart cities así como a innovadores servicios o nuevos modelos de negocio. Este aspecto es especialmente relevante para los operadores en Europa ya que en los últimos diez años el tráfico de datos en las redes fijas y móviles se ha multiplicado por 22¹², mientras que los ingresos por los servicios móviles han caído un 19% debido a la competencia y a la regulación. Todo hace entender que el 5G sea una oportunidad para generar nuevos ingresos que corrijan dicha desviación. Analizamos a continuación las principales mejoras que aporta y los nuevos sectores verticales que se vislumbran con la irrupción del 5G:

La velocidad de transmisión sí importa

Para operadores y fabricantes de redes los retos están focalizados en soportar el imparable crecimiento del tráfico de datos previsto, mejorar la experiencia, con especial foco en la disminución de la latencia, y reducir los costes de transmisión de la gestión de bits. El 5G parece dar respuesta a estos y otros retos, sin olvidar que ello implica una fuerte inversión CAPEX y un marco regulatorio satisfactorio.

Como en la evolución tecnológica de las generaciones anteriores, la velocidad de transmisión de información ha sido uno de los objetivos primordiales ya que es uno de los aspectos que los usuarios valoran más positivamente. Una encuesta realizada por Ericsson¹³ a sus usuarios

demuestra que la velocidad de Internet móvil ofrecida por los operadores en sus ofertas comerciales se considera el aspecto más importante en la selección del plan de datos. Esta preferencia representa aproximadamente un tercio de la importancia relativa total a la hora de escoger un operador de telefonía móvil.

Teniendo en cuenta los datos que manejan los grupos de trabajo de la Unión Europea, el tráfico en movilidad se multiplicará por 8 en los próximos 5 años, al mismo tiempo que el número de dispositivos conectados asociado al IoT a nivel mundial pasará de los 15.400 millones que había en 2015 a 75.400 millones en 2025. Con ellos, los tiempos estimados para la descarga de archivos pueden acelerarse hasta 100 veces, permitiendo el acceso a la alta definición, realidad virtual, etc. A modo de ejemplo, la descarga de una película en alta definición que con las actuales redes 4G disponibles emplea aproximadamente 8 minutos requerirá sólo 4,8 segundos gracias a las futuras redes 5G.¹⁴

Otros servicios como la realidad virtual y las experiencias inmersivas, que serán posibles gracias al 5G, implicarán cambios en industrias como la del videojuego o la educación pues necesitarán rendimientos y velocidades superiores a las ofrecidas actualmente por las tecnologías inalámbricas disponibles. En estos casos las aulas virtuales permitirán experiencias cien por cien inmersivas si consiguen que la resolución de la imagen sea similar a la que la puede percibir la retina humana, lo que requiere que el rendimiento sea de 300 Mbps o superior, casi 100 veces mayor que el rendimiento actual de los servicios de video HD¹⁵.

¹² https://cincodias.elpais.com/cincodias/2017/12/14/companias/1513273076_281894.html?id_externo_rsoc=TWCC

¹³ Towards a 5G consumer future https://www.ericsson.com/en/networked-society/trends-and-insights/consumerlab/consumer-insights/reports/six-calls-to-action?utm_source=twitter&utm_medium=social_paid&utm_campaign=MWC18CL6calls_5GGlobalBA%20Networks_20180116

¹⁴ Spectrum in the European Union. Ficha Técnica http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=47917

¹⁵ Visión 5G: 100 mil millones de conexiones, 1 ms de latencia y 10 Gbps de rendimiento www.huawei.com/minisite/5g/en/defining-5g.html

Aunque todavía gran parte de los operadores a nivel mundial continúan comercializando planes por volumen sin diferenciar los niveles de velocidad, la irrupción del 5G podría cambiar esta realidad, debido sobre todo a la incorporación de nuevos agentes en la cadena de valor, como veremos más adelante.

La descarga de una película en alta definición que con las actuales redes 4G disponibles emplea aproximadamente 8 minutos requerirá sólo 4,8 segundos gracias a las futuras redes 5G.



No obstante, la distribución de velocidad no es homogénea en el tiempo y el espacio. Por ello, las redes deben estar diseñadas para soportar y dar respuestas rápidas a los cambios en la demanda que puedan surgir de forma ocasional. A ello contribuirán las redes 5G, gracias a las innovaciones que supondrán los avances en la Red de Acceso Radioeléctrico (RAN), la gestión flexible de los recursos radioeléctricos (RRM) así como la implantación de redes ultra densas o transportes más eficientes. Es decir, la asignación

flexible y dinámica de recursos permitirá mantener los servicios disponibles en condiciones de alta demanda.

Disminuir la latencia

El 5G permite no solo que muchos más dispositivos estén conectados al mismo tiempo (hasta 100 equipos por metro cuadrado) sino que puedan responder más rápido a las órdenes remotas. Ese tiempo, entre el que se da una orden y el dispositivo la ejecuta, se llama latencia y el 5G conseguirá llevarla hasta los 5 milisegundos. La latencia mínima de respuesta es fundamental para hacer realidad aplicaciones como la conducción automática de los coches u operaciones quirúrgicas remotas mediante robots.

Aunque es una evidencia contrastada que la latencia ha ido disminuyendo paulatinamente, habiendo conseguido que actualmente el retardo de una red 4G se encuentra en torno a los 50 ms, la mitad de la que ofrecían las redes 3G, los nuevos servicios como los autos sin conductor requieren tiempos aun menores.

Para garantizar la seguridad en un coche que tiene que frenar de forma imprevista el tiempo estimado de reacción debe ser de 1 ms. Con la latencia que proporcionan las redes actuales un coche que circulara a 100 km/h se desplazaría 1,4 metros desde el momento en que encuentra un obstáculo hasta el momento en que se ejecuta el comando de frenado. En las mismas condiciones, con la latencia que podría ofrecer una red 5G, el automóvil se desplazaría solo 2,8 centímetros, tiempo equivalente al rendimiento estándar de los sistema antibloqueo de frenos (ABS)¹⁶.

¹⁶ 5G Vision: 100 Billion connections, 1 ms Latency, and 10 Gbps Throughput www.huawei.com/minisite/5g/en/defining-5g.html

La disminución de la latencia de extremo a extremo (*end-to-end*) es un requisito primordial para los nuevos servicios como la realidad aumentada, la medicina de precisión y la cirugía robótica asistida a distancia en el ámbito de la salud, la seguridad vial, la conducción autónoma en vehículos conectados o la automatización de fábricas, etc. Dependiendo del servicio, la latencia puede ser más o menos crítica, por ello los tiempos máximos demandados de retardo varían entre decenas de milisegundos y unos pocos milisegundos. Para el sector del entretenimiento también es fundamental disminuir el tiempo de latencia para ofrecer una mejor experiencia para el usuario. Es el caso de los juegos online interactivos para móviles que además de un requerimiento de ancho de banda requieren un tiempo de reacción mínimo.

La internet de las cosas

Si durante las cuatro generaciones de tecnología móvil precedentes el uso mayoritario se hacía

entre personas, el 5G potenciará que sean las máquinas y dispositivos los que se conecten masivamente, dando lugar a la denominada Internet de las cosas (IoT en sus siglas en inglés). Un ecosistema que previsiblemente en el año 2025 estará constituido por 100.000 millones de dispositivos: sensores, alarmas, wearables, móviles, electrodomésticos, lectores de códigos, etc. Según estimaciones de la firma china Huawei, en esta fecha sólo el 10% de las conexiones totales serán entre humanos; el resto será entre máquinas y dispositivos de forma independiente.

Tecnológicamente pueden diferenciarse tres capas o niveles a los que se hace referencia cuando se aborda la IoT. El primero corresponde a los dispositivos, sensores y actuadores cuya función principal es la captación de diferentes variables como la temperatura o la luz, que se convierten en impulsos eléctricos (datos). El segundo nivel es el "*gateway IoT*" o pasarela, que engloba a los componentes de hardware y software que sirven de punto de conexión entre la nube y los

Niveles seguros de baja latencia necesarios para comunicación entre máquinas

Fuente: Ericsson



Las cifras son ejemplos; los requerimientos varían dentro de una misma área de aplicación

controladores, sensores y dispositivos inteligentes que configuran la arquitectura necesaria para el procesamiento de datos. Por último, en la tercera capa de la plataforma IoT es en la que se encuentran las aplicaciones y servicios de negocio y consumo.

Es decir, de forma simplificada, la tecnología IoT abarca todas las tecnologías necesarias para que dispositivos físicos capten datos y sean transmitidos para su procesamiento de cara a desarrollar servicios o aplicaciones. En definitiva, los dispositivos IoT se encargan esencialmente de capturar y transmitir datos. Es por ello que la conectividad de los dispositivos físicos con las diferentes capas y su procesamiento tiene que ser lo más rápido y eficiente posible.

Las posibilidades que ofrece la IoT parecen infinitas: gracias a los sensores distribuidos estratégicamente por la ciudad, se podrán regular los semáforos en función del número de coches que se aproximan a un cruce, adoptar medidas sanitarias según el incremento de contaminación o proceder a la recogida de la basura cuando los contenedores están llenos. Los miles de millones de sensores y dispositivos conectados entre sí generarán cientos de millones de datos por segundo que requerirán una gestión eficiente. La densidad de conexión se define como el número medio de conexiones activas simultáneas que se pueden soportar en un área determinada, medido en conexiones por kilómetro cuadrado. Otro ejemplo de elevadas densidades se da en concentraciones de personas como eventos deportivos, conciertos, manifestaciones, etc.

La correcta conectividad masiva se apoya en nuevas interfaces aéreas que deberían optimizar los recursos de radio e infraestructura disponibles, abarcando áreas que van desde las mejoras del protocolo y la gestión de los recursos radioeléctricos hasta el diseño de las ondas. De

nuevo observamos la importancia que la computación en los extremos (*"edge-computing"*) tiene en las redes 5G ya que permite que los datos sean agregados, resumidos y analizados en los extremos, minimizando el volumen de los que necesitan ser transmitidos a la nube, lo que puede incidir positivamente en los tiempos de respuesta y los costes de transmisión de la red. Es por eso que en la IoT confluyen la computación de borde, la analítica avanzada y la inteligencia artificial. Aunque el 5G mejora, todavía necesita una mejor gestión del espectro ya que el incremento requiere la transmisión de infinidad de datos que las actuales redes no podrían soportar.

Smart cities

Sin lugar a dudas, el desarrollo de las tecnologías 5G será más evidente en las ciudades en las que confluya la gestión de servicios públicos y privados a gran escala. Además de la banda ancha de edificios, incluidos los espacios públicos como los trenes o los vagones del metro, los usuarios podrán alcanzar velocidades similares a las de la fibra fija, permitiendo que la tecnología inalámbrica se despliegue en sitios donde las redes fijas son demasiado costosas, tienen un uso solo estacional o en determinadas situaciones como eventos, catástrofes, etc. Las redes 5G actuarán como catalizador y aglutinador de otras tecnologías como la IoT o la inteligencia artificial, lo que permitirá configurar un nuevo ecosistema de servicios públicos.

La consultora Accenture ha definido tres grandes áreas de actuación en las que el 5G podrá tener un impacto directo en servicios vinculados a las smart cities¹⁷: energía y servicios públicos, transporte y seguridad pública. En el primer caso

¹⁷ How 5G Can Help Municipalities Become Vibrant Smart Cities. Accenture strategy https://www.accenture.com/t20170222T202102_w_us-en/ocnmedia/PDF-43/Accenture-5G-Municipalities-Become-Smart-Cities.pdf

las "smart grid" (redes inteligentes) saldrán claramente beneficiadas ya que mejorarán la eficiencia y reducirán considerablemente los costes al permitir que muchos dispositivos estén integrados a través de conexiones 5G, lo que favorecerá que sean monitorizados con mayor precisión, mejorando las previsiones de las demandas energéticas y su eficiencia. Se estima que los beneficios asociados al despliegue de las redes eléctricas inteligentes en EE.UU. podrían alcanzar los 2 billones de dólares en los próximos 20 años.

La iluminación inteligente es también otro claro ejemplo del potencial del 5G: el manejo automático de la red de iluminación cuando no pasean peatones o haya vehículos presentes ayudará a disminuir sus costes. En España, ciudades como Barcelona o Madrid ya están trabajando la "smart lighting" en espacios públicos como monumentos, polideportivos, etc. Solo en EE.UU. el ahorro estimado gracias a su aplicación podría representar más de mil millones de dólares al año.

Las redes 5G actuarán como catalizador y aglutinador de otras tecnologías como la IoT o la inteligencia artificial, lo que permitirá configurar un nuevo ecosistema de servicios públicos.

En cuanto al transporte, las ventajas también resultan evidentes. El 5G ayudará a reducir la congestión del tráfico, lo que se traducirá en una mejora del transporte público. Se conseguirá una mayor eficiencia de los estacionamientos públicos y se reducirán los tiempos de espera de los pasajeros, optimizándose, por ende, la flota de autobuses.

Lo mismo se puede trasladar al tráfico privado. Se estima que en una ciudad de tamaño medio se puede reducir la congestión del tráfico en un 40%, lo que podría representar un ahorro aproximado de 100 millones de dólares al año, y la disminución de la contaminación, potenciando mejoras medioambientales. El estacionamiento

inteligente, gracias al despliegue de sensores de bajo coste conectados a redes 5G, reducirá el tiempo para encontrar estacionamiento.

Las redes 5G actuarán como catalizador y aglutinador de otras tecnologías como la IoT o la inteligencia artificial, lo que permitirá configurar un nuevo ecosistema de servicios públicos.



El tercer ámbito dentro del paraguas que engloba a los servicios de las "smart cities" en el que las tecnologías 5G tendrán un impacto directo es el de la seguridad ciudadana, en especial la video-vigilancia y el reconocimiento facial en tiempo real. Ciudades como San Francisco ya cuentan con sensores capaces de generar información detallada en tiempo real. Este sistema de sensores permitirá que se activen las alertas de forma inmediata cuando se ha disparado un arma de fuego, lo que supondrá una ayuda inestimable para la policía local. En aquellos vecindarios donde ya se ha probado se ha reducido el crimen con armas de fuego hasta un 50%. Además, los sistemas de alerta de emergencia pueden ayudar

a prevenir desastres naturales como desbordamientos de ríos, huracanes, etc.

Las administraciones públicas, por su parte, pueden ser un agente catalizador no solo en el impulso de los nuevos servicios sino en su papel de regulador en el despliegue de infraestructuras. Hay que tener en cuenta que actualmente existe una gran variedad de tecnologías de largo y corto alcance vinculadas a las *smart cities* que, en muchos casos, se superponen unas a otras¹⁸. Por ejemplo, redes inalámbricas Wi-Fi, RF-Mesh, ZigBee y Z-wave, que pueden representar un potencial impedimento para la correcta integración de los servicios que demandan las ciudades inteligentes. En este sentido, **el 5G representa una buena oportunidad para ofrecer un entorno unificado y escalable que requiere de una gestión coordinada entre la industria y las administraciones públicas tanto a nivel nacional como local.**

El punto de confluencia entre las *"smart cities"* y la IoT vendrá de la mano de la domótica y el hogar inteligente. De nuevo el 5G revolucionará la forma en que se despliegan e interconectan los dispositivos domésticos inteligentes. A medida que se vayan solventando los problemas de fiabilidad, seguridad y alta latencia se potenciará el modelo de "hágalo usted mismo" (DIY, en sus siglas en inglés). La conectividad celular a través de 5G facilitará que los consumidores puedan configurar correctamente su WLAN y *firewall* doméstico, permitiendo una experiencia de usuario más ágil y dispositivos más seguros.

Industria 4.0.

Si como hemos visto la velocidad y latencia representan una mejora técnica evidente para el usuario final, la integración de la computación y análisis en la propia red abren infinidad de

posibilidades desde punto de vista industrial y productivo. El 5G puede suponer la transformación digital de la producción industrial ya que permitirá mejorar e implementar nuevos procesos productivos como el control de calidad, simulaciones, prototipados, etc.

Un subsector que hay que tener en cuenta dentro de la industria 4.0 es el de la logística inteligente (*"smart logistics"*). La capacidad de conexión masiva proporcionada por 5G permitirá una gestión exhaustiva y una entrega más rápida, fundamental para el comercio electrónico. Por otra parte, tecnologías como el RFID, muy extendidas y de bajo coste, permiten informar ya en tiempo real de la posición y estado detallado de la mercancía, y de otros datos como la temperatura, humedad, etc. De esta forma, el operador y sus clientes pueden conocer fácilmente las posiciones reales y el estado de todas las entregas, en función de lo cual el operador y sus clientes pueden planificar las actividades a realizar después de forma científica.

Otros sectores que aunque a priori están alejados de las innovaciones digitales también se verán impactados directamente por el ecosistema 5G. Es el caso de la Agricultura Inteligente. En un futuro cercano se podrán desplegar una gran cantidad de sensores que permitirán medir y monitorizar en tiempo real el estado y calidad del suelo, la humedad, nutrientes, etc. pudiendo dar respuestas ad hoc a distintas situaciones con las evidentes ventajas que supone desde el punto de vista de la eficiencia y del ahorro de costes. Lo mismo sucederá con las granjas de animales, que podrán monitorizar la posición exacta y las condiciones sanitarias y nutricionales de cada ejemplar.

¹⁸ Why IoT Needs 5G <https://spectrum.ieee.org/tech-talk/computing/networks/5g-taking-stock>

3. El impacto económico del 5G

Las previsiones del impacto del 5G vislumbran como factible un escenario que hace una década parecía pura ciencia ficción: redes que dirigen de forma remota factorías de producción con escasa intervención humana, coches y autobuses autónomos y una suerte de sensores que controlan todos y cada uno de los eslabones de la cadena de valor de infinidad de sectores e industrias, desde la logística a la agricultura. Las posibilidades que aportarían las tecnologías 5G, junto con la robótica, la IA o el aprendizaje inteligente de las máquinas, pueden alcanzar tal magnitud que parte de la industria está convencida de que puede suponer a medio plazo una transformación del actual modelo productivo¹⁹. Algo que, como es evidente, tiene un profundo calado económico, social y político.



¹⁹ ¿Y si el gran tema del MWC 2017 es la cuarta revolución industrial? www.lavanguardia.com/tecnologia/20170227/42364212282/mwc-mobile-world-congress-inauguracion-5g-aprendizaje-inteligente-revolucion-industrial-decepcion.html

Las incertidumbres del 5G

Ignacio del Castillo

Redactor del diario Expansión

La llegada de las redes móviles 5G promete elevar exponencialmente el ya enorme impacto de las redes de telecomos en la forma de vivir, trabajar, relacionarse o divertirse de los ciudadanos en las sociedades modernas. Pero esta panacea de ventajas requiere que el despliegue de las redes responda a la ambición de quienes han diseñado la nueva tecnología, multiplicando por 10 o por 20 el número de antenas que ahora existen y modificando su topología. La clave está en que con el 5G, las redes de telecomos se podrán usar para funciones ahora imposibles, ampliando notablemente su rango de utilización y, por tanto, aumentando también, por lo menos teóricamente, los ingresos.

Sin embargo, el alto coste de despliegue de estas nuevas redes en toda su magnitud supone un gran reto especialmente para las operadoras de telecomunicaciones que tienen que sufragarlo, sobre todo cuando el retorno económico diferencial, aunque intuitivo, no es por ahora evidente.

1.El despliegue de la red y la capilaridad.

El 5G promete fundamentalmente 4 cosas: mucha más velocidad de transmisión de datos, bajada drástica de la latencia, redes virtuales a medida (*Network Slicing*) y capacidad de conexión para miles de millones de dispositivos. Pero para alcanzar esta última ventaja es necesario un despliegue mucho más capilar de las antenas, pasando, en un país como España, de las decenas de miles de estaciones base macro que tiene cada operador a varios centenares de miles, es su gran mayoría *small cells*. Es decir, de las 25.000 actuales por compañía a 400.000 ó 500.000. Pero eso supone unas dificultades logísticas enormes y un alto coste. Para que ese despliegue sea efectivo,

esas centenares de miles miniantenas nuevas tienen que estar conectadas con fibra y requieren alimentación eléctrica y una adecuada protección antivandálica, además de acceso libre para su instalación, mantenimiento y reparación. Los operadores, que ya pagan miles o decenas de miles de euros anuales por cada azotea en las ciudades, saben que mantener ese modelo, alquilando fachadas de edificios, paradas de autobús o farolas a los propios municipios o a grupos de mobiliario urbano, que esperan hacer su agosto con la nueva tecnología -emplazamientos urbanos a los que, además, habría que hacer llegar fibra y luz- multiplicaría el coste del capex y del opex.

1a. Compartición, towerling o netcos. En ese contexto, el actual “yo me lo guiso, yo me lo como” de cada operador, dejará paso, previsiblemente, a un modelo distinto, en el que decenas de miles de esas *small cells* sean instaladas una única vez y no multiplicadas por tres o cuatro, una por cada telecom. Este modelo puede decantarse por la compartición de redes entre operadores -como ha ocurrido en Reino Unido, donde sólo hay 2 redes móviles para cuatro operadores, una compartida por Vodafone y Telefónica y la otra por EE y Hutchison- o por el crecimiento de las towerling companies o TowerCo como Cellnex o Telxius, en el caso español o los gigantes mundiales American Tower o Crown Castle. Lo que no está claro es si estas empresas de emplazamientos radioeléctricos se mantendrán limitadas a las torres o darán el paso a convertirse en netcos, -empresas que ofrecerán servicios completos de telecomunicaciones, pero sólo a nivel mayorista, para lo que necesitan tendidos de fibra y frecuencias, propias o alquiladas- tal y como las contempla Sunil Bharti Mittal, el presidente de Bharti Airtel, uno de los grandes operadores indios y chairman de la GSMA, la patronal mundial de las telecomunicaciones móviles. Aunque hay que tener en cuenta que esa transformación de TowerCo a NetCo,

siempre supone un fuerte riesgo especialmente para el negocio si sus clientes, las operadoras, perciben que las TowerCo quieren competir con ellas.

El éxito o fracaso del caso mexicano, la llamada Red Compartida con una infraestructura de 4G neutra y sin clientes particulares -abierta a todos los operadores comerciales- que dispone de gran cantidad de espectro, será muy importante para saber si este modelo puede acabar imponiéndose como el más eficiente.

Tampoco hay que descartar el uso de los hogares y los negocios de los clientes como emplazamientos para las estaciones base, mejorando el actual equipamiento doméstico (ONT y router) con una femtocelda. Telefónica está trabajando en un modelo de este estilo, aunque aún está muy lejos de ver resultados concretos.

1b. El 5G va tanto de fibra como de radio. Lo que está claro es que, en el caso del 5G, las altísimas velocidades de transmisión que promete, exigirán que la inmensa mayoría de esas *cells*, ya sean macro o *small*, estén conectadas por fibra, porque los enlaces de microondas no pueden garantizar una velocidad del *backhaul* lo suficientemente alta, lo que supone un inconveniente adicional y un fuerte aumento del coste de despliegue. Ese requerimiento es el que ha llevado a Standard & Poor's, a señalar, en un informe de noviembre pasado que, en Europa, son España, Portugal, los países bálticos y los escandinavos, es decir, los países con mayor despliegue de fibra óptica hasta el hogar (FTTH), los que mejor situados están, muy por delante de Alemania, Reino Unido o Italia, donde el despliegue de fibra es muy bajo, como constató recientemente el informe presentado por el FTTH Council Europe en su reunión de febrero de 2018 en Valencia.

2. Latencia y contenido distribuido.

Al mismo tiempo, para lograr una drástica reducción de la latencia, desde los 40 ó 50 milisegundos de las redes 4G a menos de 5 milisegundos o incluso un milisegundo, como exigirían algunos casos de uso -típicamente la factoría automatizada o el coche conectado- será

necesaria una adopción masiva del *Edge Computing*, es decir, de llevar el contenido, la aplicación o la función -el servidor de la empresa-cliente en cualquier caso- hasta muy cerca de la antena, para que el recorrido que realice la señal en la ida y la vuelta por la red, sea el menor posible. Una estrategia masiva de contenido distribuido, en el que los servidores del cliente se inyectasen en el hardware de las redes del operador, otorgaría un nuevo valor añadido a las redes de torres desplegadas en el territorio por parte de los operadores móviles -o, en menor medida, también por las TowerCo- y establecería una relación simbiótica entre las operadoras y sus grandes clientes -públicos o privados- que elevaría notablemente el grado de fidelización de estos clientes.

3. Modelos de negocio e incentivos al despliegue.

El modelo de negocio sostenible de las redes 5G es como los unicornios: muchos lo han buscado pero nadie lo ha encontrado aún. Cuando se pregunta a las operadoras por este asunto, incluso al más alto nivel, se limitan a repetir los lugares comunes que se vienen manejando en la industria desde hace años: el coche conectado, el Internet de las cosas o su aplicación más inmediata, las ciudades inteligentes, la industria 4.0, el e-Health o el más curioso de todos, la cirugía robótica a distancia, una aplicación que, en cualquier caso, durante mucho tiempo será minoritaria y que, además, previsiblemente podría solucionarse también con redes fijas de fibra, porque los quirófanos acostumbran a estar siempre en el mismo sitio.

3a. No ha habido monetización adicional. El problema fundamental de las telecos viene de su experiencia. El 4G prometía ingresos adicionales y no los proporcionó. La famosa *killer application* que regenerase los ingresos no ha sido, desde luego, la videoconferencia. Si ha habido alguna han sido las redes sociales y las app, pero de todo ese negocio, las telecos no han visto un céntimo.

3b. Malas perspectivas. Además, en Europa, las telecos tienen los ingresos estancados cuando no claramente a la baja en la última década -el caso español

es meridiano, con un descenso de ingresos del 25% entre 2007 y 2015- y en el mundo desarrollado, en general, el crecimiento se ha frenado.

El informe de Standard & Poors de previsiones para 2018 pronosticó en noviembre "un crecimiento débil de las empresas de telecomunicaciones a nivel global debido a la "intensa competencia", la reducción de los clientes de la televisión de pago por cable por el auge de las plataformas de vídeo 'online' y, fuera de Estados Unidos, las presiones regulatorias". La agencia de rating anticipa unos ingresos planos o con leve crecimiento en la mayoría de los mercados desarrollados como Canadá, Europa Occidental, Japón y Australia y una "modesta erosión" en Estados Unidos. Con ese panorama, y esos antecedentes, abordar un nuevo ciclo inversor, empezando por las millonarias subastas de espectro –en Reino Unido se han recaudado finalmente casi 1.586 millones de euros, por apenas 150 megahercios en la banda de 3,4 GHz- genera mucha preocupación en los cuarteles generales de las grandes operadoras.

3c. Sin modelo de negocio. Quizá la declaración más preocupante a este respecto la realizó YongGyoo Lee, director de la unidad de negocio de 5G de Korea Telecom, quien, durante el Mobile World Congress de febrero de 2018, señaló que "no está claro el caso de negocio del 5G. No está claro en absoluto". Corea del Sur es uno de los principales impulsores del 5G y ha desplegado una red propia durante los Juegos Olímpicos de Invierno en Pyeongchang. Que el responsable del negocio 5G en Korea Telecom haga unas declaraciones tan descarnadas sólo es una muestra clara de la enorme preocupación del sector de operadoras telco al verse arrastrado a un nuevo ciclo inversor sin modelo de negocio claro.

Algo parecido acaba de decir al respecto el CEO de Telenor, la multinacional noruega de telecom. Sigve Brekke, el máximo directivo del grupo, ha sido muy claro en unas declaraciones a Mobile World Live: el grupo no empujará el 5G hasta que se hayan

desarrollado los casos de uso. Y añade que no cree que el 5G se despliegue rápidamente como ha ocurrido con el 4G, cuyos despliegues están prácticamente terminados en 4 ó 5 años. "No queremos apresurarlo. El 5G no llegará como una actualización general de la red como el 4G, sino que será impulsado por casos de uso" ha señalado. Y ha agregado que lo están probando en casos específicos como "un concepto de ciudad inteligente, al menos en transporte público, en automóviles sin conductor y barcos sin conductor".

Pero hay otra declaración interesante. Tim Oettges, CEO de Deutsche Telekom (DT), aseguró el pasado enero a Bloomberg, que el 5G abriría la puerta a otros modelos de comercialización por parte de las telecos: *revenue share* o compartición de ingresos. Algo que no vendría nada mal dado que el propio CEO de DT ha cuantificado la inversión necesaria para desplegar 5G en Europa en una horquilla entre 370.000 millones y 615.000 millones de euros. Oettges aseguró que 5G permitiría asociarse con los clientes y cobrar una parte de sus ingresos, yendo más allá del mero *carrier* de datos. El directivo alemán expresó su confianza en que las operadoras puedan vender plataformas de software dedicadas a los clientes de industrias específicas y citó como ejemplo una aplicación de parking inteligente en la ciudad de Hamburgo donde Deutsche Telekom cobra una parte de los ingresos.

3d. Los otros incentivos al despliegue. De todas formas, unos casos de negocio robustos no son el único incentivo para que una teleco despliegue 5G. Hay otros. Uno importante es su eficiencia y su capacidad a la hora de manejar datos. Si la demanda de datos móviles, que prácticamente se está duplicando cada año, acelera el ritmo de crecimiento por razones comerciales -como por ejemplo por la generalización de tarifas planas de datos, que acaban de aterrizar en España de la mano de Más móvil- la adopción temprana del 5G puede ser una buena solución, porque es mucho más eficiente por megahercio y además, hay mucho más espectro para 5G que para 4G -en las bandas altas de 3,5 GHz y superiores y especialmente en las llamadas

frecuencias milimétricas, por encima de 26 GHz-, con lo que la capacidad de la nueva red para manejar cantidades ingentes de datos es muy superior.

Y otro motivo, como siempre, es lo que haga la competencia. Basta recordar el caso español del 4G. Con la tecnología disponible y las frecuencias de 1800 MHz también desde la subasta de espectro de 2011, los operadores españoles dejaron pasar el tiempo sin desplegar 4G, a la espera del famoso dividendo digital -la banda de 800 MHz- que no podía llegar antes de 2015. Cuando se les preguntaba por el 4G, todos los operadores remitían el inicio del despliegue a la llegada del dividendo digital. Pero bastó que Orange iniciase el despliegue, en abril de 2013 sobre la banda de 1.800 MHz y su intención se hiciese pública, para que el resto de rivales acelerase sus trabajos. Entre junio y julio de ese año salieron Vodafone y Yoigo y para septiembre de 2013, dos años antes de la llegada del dividendo digital, los cuatro operadores tenían en España redes de 4G en funcionamiento comercial en las bandas de 1800 y 2600 MHz.

Eso significa que, aunque haya toda la reticencia del mundo a construir una red 5G lo antes posible, si el rival inicia el despliegue y puede amenazar con arrebatar la base de clientes, cualquier operador se verá obligado a desplegar a su vez, aunque eleve el capex y reduzca el margen ebitda sobre ventas. Porque si hay algo que los mercados perdonan aún menos que el hecho de que se reduzca el ebitda, es que la base de clientes se esté perdiendo y no haya un plan para recuperarla. Y eso es especialmente claro si el segmento de cliente amenazado es -como ocurriría en el caso de que uno tuviese 5G y los demás no- las grandes cuentas que exigen siempre lo último y los mejores clientes residenciales, los que proporcionan los mayores ARPU.

Por último, existe un factor impredecible pero que puede ayudar a un despliegue más rápido de lo previsto para el 5G: una alteración de la regulación de la neutralidad de la red que favorezca los intereses de las operadoras. Como ya se ha dicho, el 5G y su

network slicing (redes virtuales lógicas, con diferentes características de velocidad, latencia o capacidad, dentro de una misma infraestructura común), suponen una amenaza mortal para la neutralidad de la red tal y como está regulada actualmente, especialmente en Europa. El 5G está diseñado para construir, dentro de sí, diferentes redes: unas con más latencia -más lentas- pero con capacidad para conectar millones de objetos por kilómetro cuadrado con muy poca velocidad (IoT), y otras con bajísima latencia pero con muchos menos equipos (coche conectado). Frente a esas diferencias, el concepto mismo de Net Neutrality -todos los bits tienen que ser tratados igual- se viene abajo. Eso significa que como los países no van a tener alternativa a implantar el 5G y tendrán que apostar por tener 5G si no quieren perder competitividad, las reglas de la Neutralidad de la Red, previsiblemente, tendrán que flexibilizarse.

Al mismo tiempo, el cataclismo que ha sufrido la Neutralidad de la Red en EEUU no dejará de influir en los reguladores europeos a medio plazo, aunque sea improbable que se adopten medidas tan extremas como la práctica abolición que ha adoptado la Federal Communications Commission (FCC) con su nuevo presidente republicano, Ajit Pai. Y eso podrá abrir nuevos casos de negocio para las operadoras, si estas son capaces de cobrar de forma adicional a todo tipo de clientes a cambio de servicios especiales.

4. Intereses geoestratégicos.

También es un lugar común entre todos los expertos que en el despliegue del 5G, Europa irá por detrás de Estados Unidos y China y Corea.

4a. EE.UU. Fixed Wireless, diferenciación y seguridad nacional. Las razones son varias. En el caso de Estados Unidos, los dos grandes operadores, AT&T y Verizon, han anunciado despliegues preliminares de 5G para finales de este año 2018. El interés de estos dos gigantes es doble. Por un lado, el 5G puede servir para ofrecer servicios fijos de televisión, emulando

al cable, sin necesidad de acudir a los costosos despliegues de fibra óptica, usando el *fixed wireless access*, especialmente en las enormes y abundantísimas zonas suburbanas de casas individuales donde la densidad de población es mucho más baja que en las ciudades. Pero, por otro lado, la apuesta temprana por el 5G es una forma de defenderse de la agresividad de T-Mobile USA (filial de Deutsche Telekom), el tercer operador, que lleva cuatro años ganando cuota de mercado con las agresivas políticas comerciales implantadas por su CEO, John Legere. Para AT&T y Verizon, subir al 5G supone una forma de diferenciarse por arriba de su agresivo rival -de la misma forma que Telefónica en España apostó por la fibra para escapar de la guerra de precios del ADSL y poder seguir manteniendo un gap de precios en sus productos premium- aprovechando que T-Mobile USA es más débil en espectro que los dos grandes.

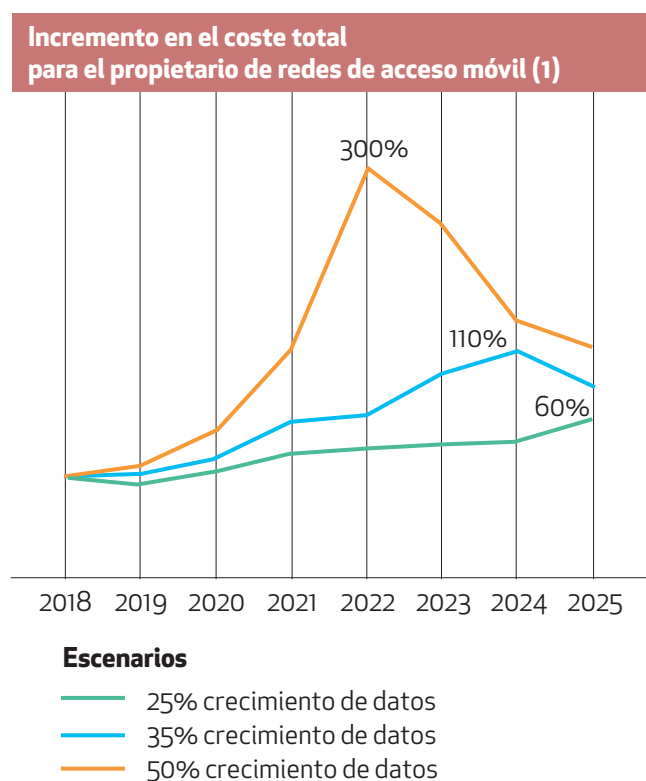
Pero más allá de los intereses concretos de los operadores, desde la Administración y desde la potentísima industria tecnológica de Silicon Valley, existe una auténtica preocupación, rayana en la obsesión, por no perder la carrera con China por la vanguardia tecnológica mundial. Y el 5G es una parte fundamental de esa carrera. No hay más que visitar la web de la CTIA, la patronal de las telecomunicaciones de EE.UU., para notar la importancia de la apuesta: según la CEO de CTIA, Meredith Attwell, el desarrollo del 5G supondrá para EE.UU. la inversión de 275.000 millones de dólares, la creación de 3 millones de nuevos empleos y 500.000 millones de dólares suplementarios de crecimiento al PIB. Hasta tal punto llega la preocupación que la extremadamente proteccionista Administración Trump está manejando, como se ha filtrado recientemente, algo tan sorprendente en la tierra de la libertad de empresa como la posibilidad de construir una red de 5G de propiedad estatal para evitar la injerencia de China. Esa misma preocupación por la supremacía tecnológica en el 5G es la que ha servido de excusa para que el presidente haya vetado la opa de Broadcom sobre Qualcomm, el gran fabricante mundial de procesadores para móviles y una de las figuras tecnológicas fundamentales de la construcción del estándar internacional del 5G, o para las crecientes

trabas y prohibiciones a Huawei y ZTE, los dos grandes fabricantes de redes chinos.

4b. China, controlar la robotización industrial. Este mismo interés geoestratégico de supremacía tecnológica es el que anima a China a correr la carrera del 5G desde la otra orilla del mundo. El mismo impulso de dominación mundial que le está llevando a invertir masivamente en Inteligencia Artificial y en robótica. Pero aquí, China juega con ventaja: sus tres grandes operadores son estatales, y aunque cotizan en Bolsa, el Gobierno del nuevo líder vitalicio, Xi Jinping, puede imponerles el ritmo de despliegue que considere más adecuado, sin importarle demasiado si un sobreesfuerzo inversor temprano se paga en la cotización, porque China mira siempre a largo plazo, algo que no pueden hacer alegremente las operadoras norteamericanas, cuyos directivos -y sus bonus- son esclavos de la cotización. Y hay que tener en cuenta que la también china Huawei es el proveedor de redes más grande y probablemente el más avanzado del mundo.

Pero es que, además, China tiene otro interés fundamental es ser el primero en el 5G. El gigante asiático se ha convertido en los últimos 30 años en la fábrica del mundo, gracias a sus bajos costes salariales, que poco a poco ha ido complementando primero con más calidad y luego con tecnología propia. Pero a medio plazo, la automatización y robotización industrial, en las que las redes 5G van a jugar un papel clave, además de crear cientos de millones de desempleados, también puede acabar con las ventajas competitivas de la economía china: los robots cobran igual en Asia que en EE.UU. Así que, si no quiere ser desplazada como potencia fabril, más le vale ser pionera también en la nueva ola de la robotización para conservar su primacía manufacturera mundial.

Frente a estos impulsos primarios de los dos gigantes mundiales, los dubitativos esfuerzos de los operadores europeos, fraccionados y duramente regulados, sin un mercado único que les ofrezca escala, y con una clase política más preocupada por el auge de los populismos, tienen todas las papeletas para hacernos llegar tarde a la siguiente revolución.



Los escenarios consideran los costes asociados con las redes heredadas, la densificación de small cells y la adición de una capa 5G

(1) Incluye gastos de capital y gastos operacionales para RAN y transmisión, pero no las redes centrales. Los datos se basan en 3 operadores en un país europeo. Los resultados son redondeados.

Fuente: McKinsey analysis

Como se ha podido comprobar en los casos descritos anteriormente la paulatina implantación del 5G tendrá un impacto económico en todos los sectores industriales. No obstante, hay que tener en cuenta que cualquier previsión dependerá del calendario de implantación, las regulaciones nacionales y la posibilidad de consolidación de los nuevos modelos de negocio. Para reducir las desviaciones que pudieran tener estas variables en un corto espacio de tiempo, IHS Markit ha realizado un ejercicio de previsión con el horizonte puesto en el año 2035. A partir del conocimiento del impacto de las anteriores generaciones de

tecnologías inalámbricas y las previsiones de las enormes oportunidades que se abren, la consultora ha estimado²⁰ que la actividad potencial global multi-sectorial que permitirá el 5G en 2035 podría alcanzar los 12.3 billones (millones de millones) de dólares. Cifra equivalente al consumo total que se realizó en los EE.UU. durante 2016.

La industria manufacturera será, según este estudio, el sector que atraiga la mayor parte de la actividad económica del 5G en 2035 - casi \$3,4 billones de dólares. Lo elevado de esta cantidad se explica porque la implementación de cualquiera de los usos del 5G estimulará, entre otros aspectos, el gasto en equipos y dispositivos, todos los cuales se incluyen también en el sector manufacturero.

En el mismo marco temporal analizado, el impacto económico en los agentes directamente implicados en la cadena de valor: operadores, fabricantes de redes, componentes y dispositivos, proveedores de infraestructura y desarrolladores de contenido y aplicaciones, será de 3,5 billones de dólares y contribuirá a crear 22 millones de puestos de trabajo. Esta cifra se aproxima a la suma de los ingresos de las 13 principales compañías en la lista Fortune Global 1000, que incluye empresas como Walmart, China National Petroleum, ExxonMobil, Volkswagen, Toyota, Apple, o Samsung. Por países, China será el que más contribuirá a la producción total, seguido de Estados Unidos, Japón, Alemania, Corea del Sur, Francia y el Reino Unido. Sin embargo, para mantener su capacidad de crecimiento el sector tendrá que invertir un promedio de 200.000 millones de dólares anuales para expandir y fortalecer de forma continuada la base tecnológica tanto en infraestructuras de red como en servicios empresariales.

²⁰ The 5G economy: How 5G technology will contribute to the global economy <https://cdn.ihs.com/www/pdf/IHS-Technology-5G-Economic-Impact-Study.pdf>

Otra aspecto incluido en el informe es la aportación económica que 5G puede tener en el Producto Interior Bruto (PIB) mundial. El despliegue 5G impulsará un crecimiento sostenible a largo plazo del PIB real mundial. Entre los años 2020 y 2035, la contribución total estimada del 5G al PIB mundial será equivalente al de una economía del tamaño actual de la India, séptima economía más grande del mundo. No obstante, el efecto en las ventas y la actividad a lo largo de la cadena de valor, si bien es extremadamente grande y positiva, puede tener efectos compensatorios debido a las inversiones y gastos que de otro modo podrían haberse dado en otros sectores de la economía global:

Parece probado que en términos macroeconómico a nivel mundial el 5G será una fuente de crecimiento y expansión. No obstante, a tenor de los nuevos modelos empresariales y de negocio que pueden ir surgiendo, la economía 5G introducirá un nuevo nivel de complejidad en la formulación de políticas y en el marco regulatorio global.

Los principales agentes

Todo hace indicar que el 5G impulsará la transformación de toda la economía digital y en este escenario son muchos los interesados en tener un papel protagonista. Evidentemente, entre los que más, están los operadores y los fabricantes de red, pero no serán los únicos. Se observa que otros sectores verticales, como hemos visto en el caso de las smart cities o la IoT, se están moviendo rápido y comienzan a organizarse en ecosistemas que esperan poder beneficiarse también del 5G.

Por tanto, aunque los operadores sigan siendo los principales propietarios y administradores de la infraestructura de la red y se mantenga el grado de competencia, los proveedores de nuevos servicios serán de vital importancia. En el

caso de los operadores es importante reseñar que el despliegue de las redes 5G requiere, como ha sucedido hasta la fecha, importantes desembolsos en inversiones. Pero frente a modelos anteriores, en el nuevo ecosistema es la industria quien promocionará el uso compartido de redes.

Para los operadores de telecomunicaciones móviles se presentan seis ámbitos de actuación²¹ claves para el desarrollo del 5G:

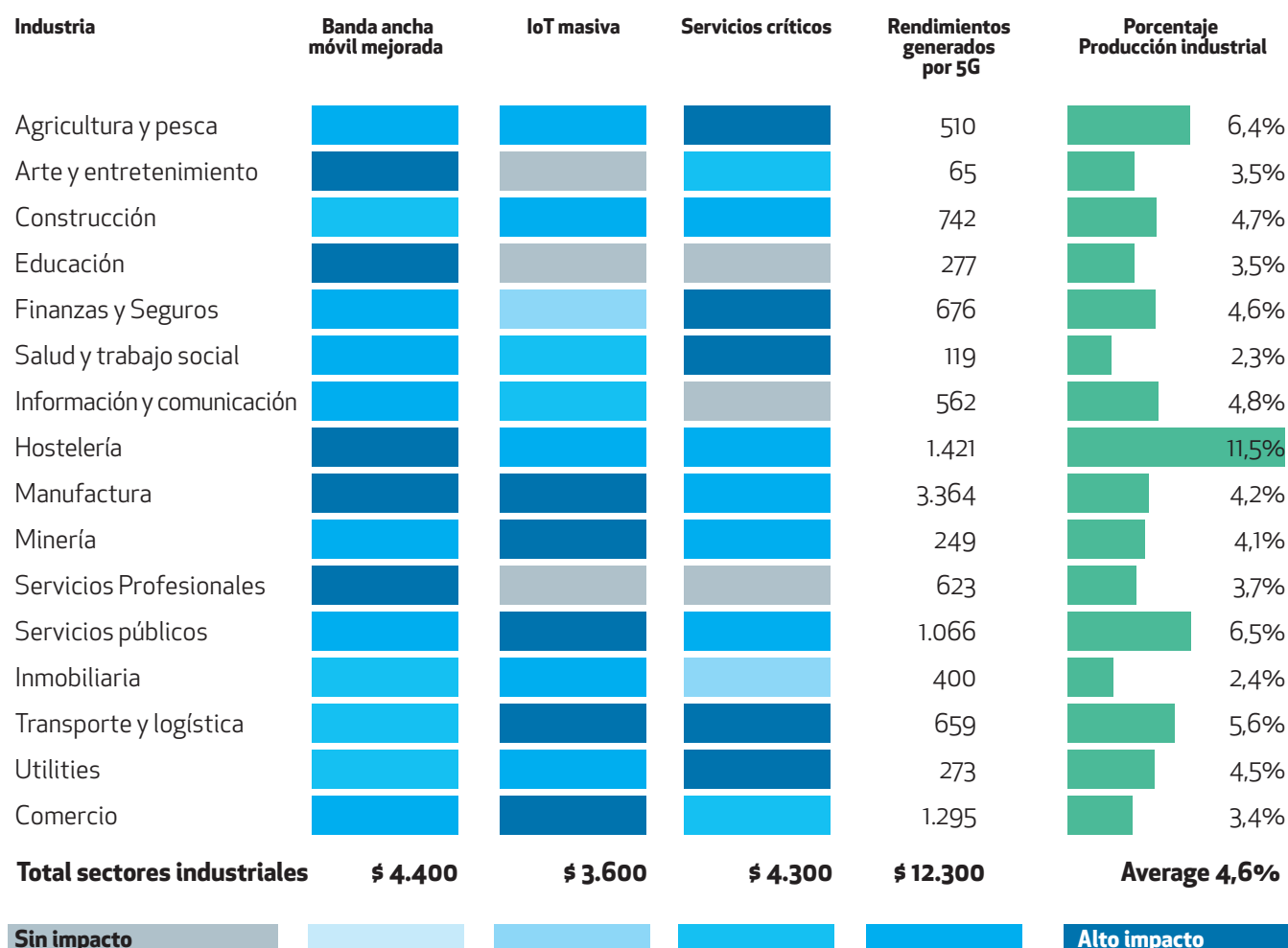
1. Acondicionar el espectro.
2. Prepararse para la futura red 5G de micro y nano- células.
3. "Fiberización" de la red de acceso fijo.
4. Potenciar la arquitectura de la red en la nube.
5. Preparar la infraestructura informática y de redes.
6. Construir un ecosistema de aplicaciones.

Otro aspecto a destacar es que el uso compartido de redes se intensificará en la era 5G, dado el nivel de inversión necesario para gestionar la densificación de las redes a la que se enfrentarán las ciudades, superior al millón de elementos conectados por kilómetro cuadrado. De hecho, la industria móvil está empezando a darse cuenta de que este modelo será imprescindible para muchos operadores, con un modelo neutro y más eficiente que el actual, que permita optimizar las elevadas inversiones que se requieren.

Ante estas necesidades de despliegue, en España Cellnex, el principal operador neutro de

²¹ 5G deployment models are crystallizing Opportunities for telecom operators to facilitate new business ecosystems www.adlittle.com/en/5Gdeployment

5G generará 12 billones de dólares en la actividad económica mundial en 2035
Miles de millones de dólares 2016



Fuente: IHS
IHS-Technology-5G-Economic-Impact-Study(1).pdf

infraestructuras de telecomunicaciones inalámbricas en Europa, defiende un modelo de redes multioperador frente al actual de una red por cada operador. La empresa, que forma parte del consorcio 5G-City y participa en numerosos proyectos vinculados al 5G, apuesta por esta fórmula que reduce los altos costes de inversión de las telecomunicaciones en las infraestructuras para la nueva generación.

Según sus previsiones²², y de acuerdo con una media estimada de diez 'small cells' por cada emplazamiento tradicional, será necesario el despliegue de entre 200.000 y 500.000 'small cells' en Europa hasta 2020. En España, serán entre 30.000 y 75.000 las nuevas antenas necesarias. Una cifra que podría ser aún mayor, teniendo en cuenta el crecimiento constante en el uso de los servicios móviles.

²² <https://www.cellnextelecom.com/noticia-71/>

Además, el uso de los servicios móviles va en aumento. Las previsiones del tráfico en las redes apuntan a un crecimiento anual del 56% del transporte de datos en un periodo de cinco años. Igualmente, el consumo medio en movilidad de los usuarios móviles va a pasar de 0,8 GB en 2015 a 4,9 GB en 2020, es decir, se va a multiplicar por seis.

Cellnex ha desarrollado diferentes operaciones para reforzarse en esta área. Por un lado, cerró en 2016 la compra de la italiana CommsCon, especializada en suministrar servicios de cobertura a operadores de móvil mediante 'small cells' y DAS. Por otro estableció una alianza con JC Decaux para desplegar estas antenas en el mobiliario urbano en España e Italia.

Asimismo, los proveedores de redes alternativas desempeñarán un papel importante en la ampliación de la cobertura y la capacidad de la red. En este sentido aparecerán también nuevas redes formadas por drones, globos y satélites que fomentarán una conectividad ubicua y de alta calidad. Con todo ello habrá más modelos innovadores de compartición de infraestructura y espectro sujetos a posibles acuerdos comerciales como el alquiler dinámico de infraestructura y 'backhaul', o la habilitación de *market places* de compartición y compra de capacidad.

La Nueva cadena de valor

Dado que la irrupción del 5G supone un cambio en la arquitectura y en las capacidades de la propia red, el aspecto más innovador es la participación de nuevos agentes y el incremento de nuevos modelos de colaboración, lo que lleva inevitablemente a un cambio en la cadena de valor, en donde se producirá un reposicionamiento de los agentes tradicionales y la incorporación de otros nuevos, dando de nuevo un mayor protagonismo a los operadores y gestores de infraestructuras, así como un impulso a nuevos sectores como el ecosistema de la IoT, las "smart cities" o la industria 4.0.

Lógicamente los operadores de telefonía seguirán desempeñando un papel central en el ecosistema 5G, adquiriendo no solo la gestión de la red sino también el desarrollo de nuevos modelos de negocio. Para dar respuesta a las necesidades y previsiones de despliegue de redes 5G, la GSMA²³ estima que los operadores de telefonía móvil tendrán que realizar una inversión incremental en CAPEX entre 2018 y 2020 por encima de los 160 mil millones de dólares. Gran parte de esta inversión irá destinada a crear una compleja arquitectura de red que, dada su heterogeneidad debe obedecer a tres escenarios de necesidades²⁴:

En interiores: gestionando macro-células 5G (en bandas de baja frecuencia), micro-células 5G e integración de otras redes incluyendo Wi-Fi, fibra y comunicación de dispositivo a dispositivo.

Al aire libre en zonas urbanas densas: confiando en el nuevo 5G RAN, incluyendo células pequeñas de 5G en zonas de gran condensación de tráfico (p. ej. estaciones de tren, estadios, centros comerciales)

Al aire libre en zonas económicamente difíciles: coordinando una mezcla de 5G RAN (si está disponible en bandas de baja frecuencia), 4G RAN, satélites de órbita terrestre baja y otras tecnologías de red alternativas (drones, satélite, etc.)

Dada la heterogeneidad tecnológica y la necesidad creciente de dotar a la red de una mayor inteligencia serán necesarias nuevas alianzas entre operadores y la industria especializada en soluciones de computación.

23 The mobile economy 2019. GSMA <https://www.gsma.com/mobileeconomy/wp-content/uploads/2018/02/The-Mobile-Economy-Global-2018.pdf>

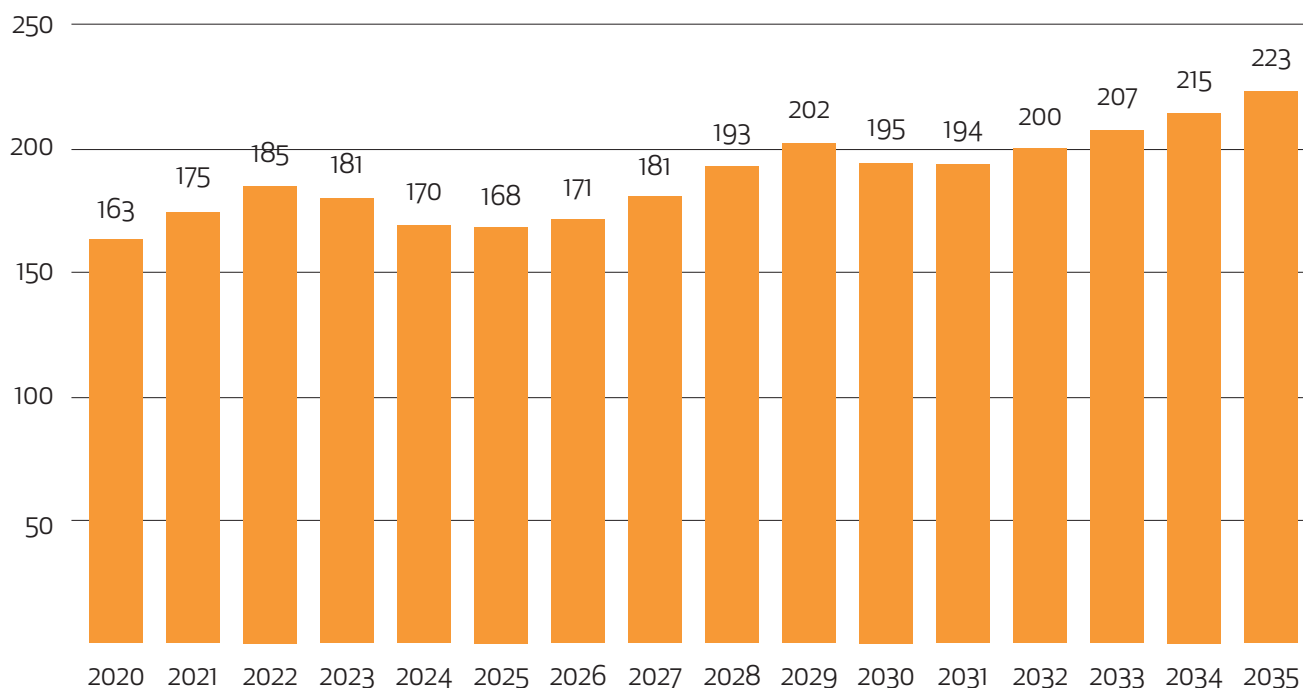
24 The 5G era: Age of boundless connectivity and intelligent automation <https://www.gsmaintelligence.com/research/?file=0efdd9e7b6eb1c4ad9aa5d4c0c971e62&download>

Reestructuración del sector

Por todo lo anterior, la irrupción y paulatina consolidación del 5G será un gran dinamizador del sector de la tecnología en su conjunto. Los fabricantes de equipos de red volverán a reactivar la demanda de sus productos, que había disminuido notablemente desde que la inversión en 4G alcanzó su máximo hace un par de años. Por su parte, los fabricantes de chips, como Qualcomm e Intel, también se verán favorecidos por la nueva demanda de procesamiento en los dispositivos. Igualmente, los fabricantes de dispositivos deberán también hacer grandes cambios para que los actuales modelos se puedan adaptar a ondas milimétricas. Con la tecnología actual, la potencia informática requerida para procesar la información asociada a nuevos servicios agotaría las baterías en cuestión de minutos.

Lógicamente, el sector de fabricación de dispositivos es consciente del reto al que se enfrenta, viéndose obligado a impulsar inversiones en I+D que den respuesta a futuras necesidades, no solo en el caso de los dispositivos tradicionales, como *smartphones* y tabletas, sino también en muchos otros nuevos como *wearables*, drones, etc. En el Mobile Word Congress del año 2017 el consejero delegado de Nokia, Rajeew Suri, ya anticipó que tenían previstas inversiones de 350 millones de dólares "para liderar el 5G y el IoT". La compañía finlandesa, tras la adquisición en 2015 de Alcatel-Lucen, lanzó AirScale, una plataforma diseñada para conectar una amplia gama de dispositivos, desde coches, hogares inteligentes, ciudades o teléfonos. Nokia ya está efectuando pruebas piloto, como la que ha realizado junto a la operadora coreana SKT en la que se han conseguido descargas de 19,1 Gbps. Además, en

Contribución anual de la red 5G al crecimiento global
Miles de millones dólares 2016



IHS-Technology-5G-Economic-Impact-Study

algunos casos ya ha establecido acuerdos con operadores de todo el mundo como China Mobile, NTT DOCOMO, Korea Telecom, SK Telecom and Deutsche Telekom para el desarrollo del 5G.

Para dar respuesta a las necesidades y previsiones de despliegue de redes 5G, la GSMA estima que los operadores de telefonía móvil tendrán que realizar una inversión incremental en CAPEX entre 2018 y 2020 por encima de los 160 mil millones de dólares.



Ericsson por su parte ha realizado más de 15 pruebas piloto con 20 operadores distintos en todo el mundo sobre 5G. Entre ellas, destaca la llevada a cabo con T-Mobile para desarrollar un sistema pre-estándar 5G para ensayos de laboratorio y de campo en Estados Unidos. También ha llegado a un acuerdo con Cisco e Intel para fabricar lo que será el primer *router* 5G. La compañía, que según anunció comenzará a desplegar redes 5G en 30 ciudades de los EEU, prevé que se puedan dar servicio a más de 150 millones de usuarios a finales de 2021.

La china Huawei, de cara a tomar posiciones y anticipándose al despliegue del 5G, ha sido la impulsora del denominado 4,5G, una generación intermedia que permite multiplicar por diez las velocidades de la actual red y con la que ya se han conseguido conexiones de 1 Gbps. Íntimamente relacionado a esta tecnología surge el denominado Internet de las Cosas de Banda Estrecha (NB-IoT, por sus siglas en inglés), que utiliza frecuencias que ofrecen menos interferencias y una mayor cobertura en interiores y mejorando considerablemente la duración de las baterías.

Proveedores de servicios

Como ya se percibía y anticipaba con el 4G, la nueva generación móvil puede representar para los operadores de telefonía inalámbrica un paso más en su evolución estratégica, al pasar de proveedores de conectividad de alta velocidad a convertirse en facilitadores de los ecosistemas de próxima generación y proveedores de servicios de valor añadido. Lo podrán hacer de forma independiente o a través de colaboraciones entre diferentes agentes de la cadena de valor. Aparecen, por tanto, nuevas oportunidades de negocio tanto para los operadores como para fabricantes de infraestructuras de red y, sobre todo, para los proveedores de servicios que sean capaces de ofrecer valor a los usuarios finales y

a potenciales clientes empresariales, incluidas las Pymes y 'start ups'. Este nuevo modelo facilitará asociaciones que podrán establecerse a través de múltiples capas de servicios, como el uso compartido de la infraestructura, la gestión de las capacidades de red²⁵ o una mayor oferta de modelos 'as a Services' (XaaS).

En una primera clasificación podemos hablar de proveedores de servicios de red (NSP) orientados a ofrecer nuevas variantes de formatos 'as a Services' tales como:

Infraestructura como servicio (IaaS)

Plataforma como servicio (PaaS)

Red como servicio (NaaS)

Sin embargo, no todos los operadores de telecomunicaciones, mucho de ellos aún inmersos en el desarrollo de 4G, serán capaces de acometer las nuevas inversiones requeridas para desarrollar la infraestructura 5G. En estos casos será aconsejable el desarrollo de una red neutra, que pueda ser compartida por diferentes agentes. Entre las posibilidades que se plantean, la más factible es que las empresas de telecomunicaciones aporten su infraestructura y su experiencia operativa, las autoridades municipales su infraestructura local y, finalmente, las empresas del sector de las utilities la gestión y mantenimiento. Entre todos construyen un modelo de negocio sostenible con una plataforma abierta a infinidad de proveedores de servicios o a otros operadores. En estos casos la implicación de las administraciones locales es fundamental. Es el caso de la ciudad finlandesa Espoo, que ha puesto en marcha el proyecto LuxTurrim5G liderado por Nokia Bell Labs y en el que participan un conglomerado de diferentes empresas. Su principal objetivo es



el desarrollo de una infraestructura basada en los postes de luz inteligente con tecnología 5G integrada, así como diferentes sensores y otros dispositivos que den servicios de iluminación inteligente, seguridad, monitorización meteorológica, gestión del tráfico e incluso publicidad²⁶.

En cuanto al modelo de Network as a Service, los NSPs podrán facilitar que en su infraestructura coexistan múltiples proveedores de servicios o "inquilinos" de diferente naturaleza. Entre ellos, los proveedores de servicios en línea (OSP), que ofrecerán productos adaptados a las necesidades específicas de sus usuarios finales. La capacidad de combinar redes privadas y públicas, así como la gestión de centros de datos en múltiples dominios, de forma segura y controlada, allanan el camino para nuevos modelos empresariales colaborativos entre empresas. Este nuevo escenario facilitará que la cadena de valor sea más

25 5G Innovations for new business opportunities <https://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2017/01/5GPPP-brochure-MWC17.pdf>

26 LuxTurrim5G builds the key enablers for Digital Smart City <http://indagon.com/luxturrim5g/>

flexible, dinámica y, por tanto, más rentable de lo que ha sido con las anteriores generaciones tecnológicas de acceso inalámbrico.

Aunque la mayoría de los modelos de negocio están aún por desarrollarse e incluso en algún caso por inventar, sobre el papel ya se están diseñando diferentes opciones y modelos de relación entre operadores y empresas de cara a facilitar soluciones de forma conjunta. Mientras que algunos clientes requerirán despliegues de red dedicados, para otros puede ser suficiente la capacidad que se le asigne según necesidades. De esta forma también ganarán preponderancia los interfaces que permitan la gestión dinámica de la red.

Vodafone Global Enterprise, por ejemplo, ha anunciado que utilizará las tecnologías 5G para ofrecer a sus clientes corporativos, además de velocidad y fiabilidad similar a la fibra, todo tipo de soluciones específicas para gestión y control de cadenas de suministro integradas, servicios "Machine to Machine" (M2M) o aplicaciones industriales que requieran análisis de grandes volúmenes de datos. En este sentido Vodafone e Hitachi están ya trabajando en un modelo de tren inteligente basado en IoT e infraestructura 5G. Los trenes fabricados por Hitachi formarán parte de una red IoT global provisionada por Vodafone, que permitirá su monitorización y optimización permanente en tiempo real²⁷.

Muchas son las industrias tanto tradicionales como emergentes que podrán participar y colaborar, convirtiéndose en proveedores de servicios, incluidos como hemos señalado los propios operadores móviles.

En cuanto a los sectores tradicionales, uno de los más interesados en explorar las nuevas

oportunidades que se abren con el 5G es el de los medios de comunicación y el entretenimiento. NBC Sports, por ejemplo, está ensayando la transmisión de partidos de la NBA en plataformas de realidad virtual con socios como NextVR, Oculus y Google Daydream. Con estas iniciativas esperan que 5G se convierta en el gran trampolín para este tipo de emisiones ya que en palabras del CTO Digital de NBC Sports Group, Eric Black²⁸: "El 5G mejorará la experiencia del usuario para los fanáticos del deporte ya que se trata de hacer que la experiencia con nuestro contenido sea más inmersiva. Lo que hemos visto es que cuanto mayor es la calidad del video que transmitimos, más comprometidos están".

Los principales eventos deportivos se están convertido en laboratorio de experimentación para todo tipo de pruebas. Verizon por ejemplo utilizó su incipiente infraestructura 5G para una retransmisión en RV de la Super Bowl. Los asistentes, unos pocos empleados²⁹ de sus oficinas en Nueva York, pudieron disfrutar del partido mediante un casco de realidad virtual conectado a un Samsung Galaxy 8.

En el campo del deporte también se incorporarán nuevos agentes. Así se puso de manifiesto en los pasados Juegos de invierno, en Pyeong-Chang, Corea del Sur, en donde el propio Comité Olímpico, a través de su agencia Olympic Broadcast Services (OBS), y en colaboración con Intel y KT (Korea Telecom) han realizado las primeras pruebas de emisión en vivo, así como otras innovaciones como el uso de hologramas y realidad virtual. En estos pilotos se han conseguido alcanzar velocidades de descarga de 20 GB.

27 Smart Trains for a Smart Future – Predictive Maintenance for the Rail Industry <https://www.youtube.com/watch?v=aBqICFgNkZI>

28 5G will improve the user experience for sports fans <https://www.tv-beurope.com/ibc/5g-will-improve-the-user-experience-for-sports-fans>

29 Verizon streamed Super Bowl LII in virtual reality on a 5G connection, but only a few people saw it www.awfulannouncing.com/tech/verizon-super-bowl-virtual-reality-5g-connection.html

Colaboración entre empresas e instituciones

Los operadores han empezado a colaborar de forma activa con otros actores de industrias verticales: entre otros muchos, fabricantes de vehículos y de electrodomésticos conectados, autoridades deportivas, así como entidades municipales y organismos gubernamentales responsables de los planes de desarrollo de las "smart cities".

Algunas de estas incipientes iniciativas parten también del mundo de la investigación de base pero pueden pasar a consolidarse como soluciones comerciales. Es el caso de la alianza entre Cisco, Intel Labs y Verizon para el desarrollo de un proyecto conjunto de investigación sobre redes inalámbricas³⁰ que dio como fruto un novedoso conjunto de algoritmos basados en neurociencia que adaptan la calidad de vídeo a las demandas del ojo humano. Esta innovación será

una realidad en las redes inalámbricas de próxima generación, incorporado inteligencia con características similares, en algunos aspectos, a la de los humanos.

También tendrán cabida los consorcios que hagan factible la colaboración público-privada. En 2015, auspiciados por el estado, se unieron las primeras compañías finlandesas del sector de las telecomunicaciones con los principales institutos de investigación para impulsar y realizar pruebas piloto con 5G bajo el paraguas de la 5GTNF y dentro del programa 5thGear de Tekes. El objetivo era ofrecer el mejor entorno de prueba 5G posible para las empresas finlandesas mientras desarrollaban sus propias actividades de investigación y negocio. El entorno de pruebas 5GTNF, coordinado por VTT (el Technical Research Centre of Finland Ltd), promueve la investigación y el desarrollo tecnológico en el campo de las telecomunicaciones.

³⁰ 5G: Pushing ahead www.verizonenterprise.com/verizon-insights-lab/VES/5g-pushing-ahead



4. Casos de uso

Como vemos, el ecosistema mundial de las tecnologías la información y la comunicación está volcado en la investigación, desarrollo y experimentación de las posibilidades que ofrece el 5G para asegurar la viabilidad económica en su despliegue e implantación, una preocupación que comparten fabricantes de equipos y operadores. Se están llevando a cabo pruebas avanzadas, destacando escenarios probables de arquitectura e implementación y se están considerando y definiendo casos de uso, analizando tendencias y reconociendo oportunidades. “Aunque la comunidad de proveedores como Qualcomm y Ericsson, los operadores como ATT y Verizon y SK Telecom [en Corea] han identificado posibles casos de uso para 5G, ninguno de ellos ha sido capaz de corroborar que van a ser un negocio real. Casos “por los que la gente pagará”, dice Bill Menezes, *principal research analyst* en Gartner.³¹

Igualmente se pronuncia Patrick López, vicepresidente de Networks Innovation de Telefónica: “Como parte de esa evolución tecnológica, el sector de las telecomunicaciones busca ahora justificar las grandes inversiones que serán necesarias para desplegar las futuras redes 5G. El debate se produce en un momento en el que todavía no hay casos de uso suficientes desde el punto de vista del usuario que justifiquen esas inversiones.”³²

³¹ <https://www.fastcompany.com/40510374/the-5g-race-is-on-now-that-the-tech-is-almost-ready>

³² https://retina.elpais.com/retina/2018/02/09/tendencias/1518176593_184837.html



Las industrias que más partido sacan al 5G

Marimar Jiménez

Redactora de Cinco Días

Los primeros pilotos se centran en automatización de fábricas, vehículos conectados, realidad virtual y aumentada, operaciones quirúrgicas remotas y ciudades inteligentes

La carrera hacia el despliegue del 5G empieza a tomar ritmo. La quinta generación de redes móviles está muy cerca de dejar de ser una tecnología en pruebas para convertirse en una realidad. Los primeros lanzamientos comerciales están previstos para 2019, aunque no se espera una implantación masiva hasta 2021. Y, en este contexto, las alianzas entre operadoras de telecomunicaciones, proveedores de tecnología de red, empresas de diferentes industrias y desarrolladores de aplicaciones, entre otros, están resultado clave para llevar a cabo casos de uso reales y nuevos modelos de negocio ligados al 5G.

Se trata de descubrir en qué tipo de entornos funciona mejor esta tecnología y cómo se puede explotar todo su potencial, pues el 5G promete según todos los expertos ejercer un fuerte impacto sobre la economía y la sociedad. Como señalaba no hace mucho Gabriela Styf Sjöman, directora mundial de redes de Telia, “no se trata solo de construir una nueva red sino también de hacer posible una nueva forma de pensar y percibir lo que una red móvil puede ser y hacer”.

Con esta idea, unos y otros se han puesto manos a la obra y están desarrollando pilotos que dejan pistas claras de que el 5G hará realidad de verdad las

ciudades inteligentes, el internet de las cosas o la era de las máquinas. También la informática móvil, pues el movimiento en 5G será una característica diferenciadora de esta tecnología. Todas las organizaciones implicadas en el impulso de esta tecnología están convencidas de que el 5G creará oportunidades para casos de uso que aún no podemos ni imaginar.

Desde luego, las cifras que se barajan son abultadas. Ericsson, por ejemplo, espera que hacia 2026 habrá una oportunidad de mercado valorada en 582.000 millones de dólares, en la que los operadores de telecomunicaciones se beneficiarán de la tecnología 5G para la digitalización de la industria. Y Gartner predice que en 2025 el volumen del mercado del IoT (impulsado por las redes móviles de quinta generación) podría alcanzar los 1,9 billones de dólares.

Pero más allá de la teoría o de los números, ¿qué pilotos se están llevando a cabo ya? ¿en qué sectores se está viendo más recorrido al 5G y por qué? El número de proyectos puestos en marcha es numeroso. Solo Nokia asegura contar con más de 50 pruebas en curso, Ericsson trabaja con más de 35 socios en el mundo para desarrollar casos de uso, y Huawei, con acuerdos con más de 30 operadores en 5G, ha creado los X Labs donde trabaja con sus socios en proyectos 5G relacionados con la realidad virtual y aumentada en la nube, la robótica inalámbrica y los vehículos conectados, entre otros.

Pero veamos algunos casos de uso en diferentes industrias.

Industrias. Automatización y realidad aumentada

Nokia, por ejemplo, está probando aplicaciones 5G junto con la Autoridad Portuaria de Hamburgo y Deutsche Telekom en el Puerto de Hamburgo en un espacio de 8.000 hectáreas. La idea, según cuenta Fernando Corredor, director de Marketing en Nokia España, es utilizar las comunicaciones móviles para administrar los semáforos dentro del área del puerto, recopilar y procesar los datos de medición ambiental de los sensores en tiempo real y utilizar aplicaciones de realidad virtual para monitorear la infraestructura crítica. Todo esto contribuirá, según la compañía, a mejorar la eficiencia y seguridad portuaria.

Parece evidente que el 5G será una tecnología clave en la digitalización industrial. Tanto es así que MWC-capital anunció hace pocos días un convenio con Acciona para impulsar el desarrollo de pilotos industriales aplicados a los sectores de la construcción, las energías renovables, el agua y los servicios. Según explicaron, los primeros proyectos se van a realizar con Orange y consistirán en la aplicación de soluciones 5G en el uso de maquinaria sin conductor en obra civil y en tareas logísticas en plantas industriales. Los socios del proyecto aseguran que la aplicación de la tecnología 5G en la construcción reducirá los riesgos laborales y disminuirá los tiempos de ejecución en obra. También permitirá, añaden, crear equipos de especialistas para la gestión de la maquinaria sin desplazarse a cada obra y operar de modo remoto.

En la misma línea, otro piloto de Telia Sonera, Ericsson e Intel en Tallín (Estonia) ha mostrado cómo se puede controlar una excavadora a través de un control remoto de realidad aumentada operado mediante una conexión 5G ultrarrápida en tiempo real con muy baja latencia. La prueba trataba de demostrar, según explican desde Ericsson, las capacidades y oportunidades que el 5G puede ofrecer a entornos industriales “duros o peligrosos”. Otra experiencia, esta vez de Ericsson y Telefónica en el MWC, exhibió

cómo llevar a cabo el mantenimiento de una fábrica asistida por realidad aumentada, en el que una persona recibe información e instrucciones a través de unas gafas de realidad aumentada y un *smartphone*, de tal manera que un técnico de soporte puede ejecutar complejas reparaciones en la maquinaria averiada, siguiendo las instrucciones de un técnico experto.

Un estudio de Ericsson y Arthur D. Little revela que la digitalización industrial a través del 5G (que generaría casos de uso como fabricación robotizada e inteligente, juegos y entretenimiento inmersivos, conducción autónoma, cirugía remota o realidad aumentada) podría generar un negocio de 23.300 millones de euros en España en 2026. Dicha digitalización, basada en la robotización y automatización de procesos, contribuiría a hacer los procesos más flexibles, eficientes, seguros y económicos, con un potencial de ahorro del 15-20%, según la misma fuente.

Seguramente, eso quiso mostrar Huawei junto a Densol en la última feria móvil de Barcelona, donde puso en marcha una línea de producción inalámbrica. En ella, Cobotta, un robot colaborativo diseñado para automatizar tareas, fabricaba y ofrecía a los visitantes bolígrafos personalizados en menos de 5 minutos.

Coche autónomo. Rapidez de reacción

Otro sector que tiene puesto el ojo en el 5G es el del automóvil. Sabe que esta tecnología de quinta generación ofrece un retardo de transmisión extremadamente bajo (latencia) que es necesario para que el vehículo reaccione con la suficiente rapidez (de hecho, mucho más rápido que cualquier reacción humana) y prevea un accidente.

Por ello, los pilotos en torno a este sector son múltiples. Nokia está probando diferentes aplicaciones para vehículos conectados (V2X) junto con varios socios para desarrollar coches autónomos y reducir el número de accidentes mortales en las carreteras.

“El 5G tiene la ventaja, si lo comparamos con los sensores, que al estar conectado a una red y a otros automóviles permite que el vehículo *mire* alrededor en las curvas y por encima de las pendientes. Saber lo que sucede frente al camión que está bloqueando la vista del conductor, por ejemplo, es una gran mejora en materia de seguridad”, indica Corredor.

En esta línea, también trabaja Ericsson que lidera el proyecto europeo 5GCar para llevar el 5G al coche conectado. La iniciativa cuenta con 14 socios (entre ellos el Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya y el Centro Tecnológico de Automoción de Galicia) y tiene un presupuesto de 8 millones de euros.

Otra empresa como Huawei probó en el último MWC un Porsche que se puede conducir con un teléfono con inteligencia artificial (un proyecto para el que cuentan con el 5G), y Telefónica y Ericsson hicieron la primera demostración mundial de conducción remota en la edición anterior de la feria. Se trataba, según contaron, de una de las aplicaciones más avanzadas de la llamada “comunicación háptica” (también conocida como Internet táctil), y consiste en controlar máquinas, incluidos vehículos, a través de conexiones inalámbricas. El conductor en la ubicación remota tiene la experiencia de estar dentro del coche gracias al vídeo 4K en *streaming* y los sensores que transmiten información del vehículo.

Drones y otros vehículos voladores

Otro proyecto que tiene que ver con el 5G y los vehículos, pero esta vez voladores, es la iniciativa Sky Digital de Huawei, que tiene por objetivo impulsar el desarrollo de aplicaciones de drones y permitir la economía digitalizada del espacio aéreo bajo. Los drones juegan un papel cada vez más importante en diversos sectores, incluyendo logística, protección en plantas y medios de comunicación, así que una de las principales líneas de investigación de los X Labs de la compañía china se ha centrado en el uso de redes inalámbricas para regular vuelos de naves no

tripuladas de forma más efectiva y poder desarrollar tareas automáticas en remoto.

Huawei confía en que los drones podrían ampliar notablemente sus funcionalidades con el 5G. “Una flota autónoma de drones que inspeccionase periódicamente y sin necesidad de operador las turbinas de un parque eólico, podría detectar errores de una forma más eficiente y segura. Y si la inspección se realizase en una planta petrolífera o en un oleoducto, la detección y el análisis en tiempo real de los datos serían de gran ayuda para atajar posibles problemas ambientales”, apunta la firma china, que este año presentó en la feria móvil de Barcelona un proyecto de drones capaces de sobrevolar zonas en peligro tras un desastre natural (un terremoto, por ejemplo) y predecir si existe riesgo de derrumbamiento.

La compañía china también mostró en el último MWC un helicóptero autónomo capaz de alcanzar hasta 300 metros de altitud y recorrer hasta 41 kilómetros. Está diseñado para ser utilizado en ciudades industriales y transportar pasajeros como si se tratase de un taxi volador.

Salud. Hacia la descentralización

La salud se perfila como otro de los campos donde el 5G puede tener un impacto considerable. Cada vez son más las iniciativas que van en la línea del diagnóstico remoto, que permitiría no sólo llevar atención médica a pacientes que no pueden desplazarse hasta un centro sanitario sino también mejorar la prevención de desarrollo de enfermedades por detección temprana. Ejemplo de esto puede ser un proyecto en el hospital de Belle-Île-en-Mer (Francia) donde se recurre a robots y a la inteligencia artificial para demostrar que todo lo dicho no es ciencia ficción. Y de nuevo en este escenario la extremadamente baja latencia del 5G es clave.

Según el informe de Ericsson ConsumerLab *From Healthcare to Homecare*, las redes 5G serán vitales

para transformar la sanidad. Concretamente, habla de que esta tecnología traerá la descentralización de la sanidad, desde los hospitales hasta los hogares. Así, avanza que “cuando el 5G mejore la fiabilidad y la seguridad de las comunicaciones” las consultas online reducirán la molestia de los tiempos de espera, los pacientes tendrán mayor control en la monitorización de su salud mediante los *wearables* y se impulsará la interacción virtual médico-paciente y la cirugía robótica por control remoto.

En España, el MWCcapital llevará a cabo con el Hospital Clínic y AIS Channel un proyecto piloto que permitirá teleasistir operaciones quirúrgicas a distancia y a tiempo real mediante la tecnología 5G. La fase inicial se centrará en probar la teleasistencia entre el quirófano del hospital y otras instalaciones del mismo, en la segunda se probará entre distintos hospitales de Barcelona, y en la tercera, entre el hospital y una ambulancia.

Calidad de vida. Casco para invidente

También ligado con el mundo de la salud y con la mejora de la calidad de vida de las personas invidentes, Huawei trabaja en un casco con un sistema de localización y navegación integrado, diversos sensores y conexión directa a la nube. Este casco será capaz de guiar a las personas ciegas de forma mucho más completa y segura que las soluciones actuales. De nuevo, la velocidad en la recepción de los datos es un punto crítico.

Turismo y deportes. Ferias aumentadas y contenido inmersivo.

Sectores como el turismo y el deporte también están explorando el 5G de cara a mejorar la experiencia de los consumidores de sus servicios. Por ejemplo, Ifema inauguró hace unos meses el primer laboratorio de I+D de prototipos 5G para el sector turístico y ferial, y en el último Fitur mostraron varios prototipos de feria aumentada, un servicio de teleconferencia

inmersiva en tres dimensiones y otro servicio que permitirá acceder a todas las sesiones de la feria en tiempo real y diferido. Según Arturo Azcorra, catedrático de Telemática en la Universidad Carlos III, “el 5G va a permitir potenciar en un futuro el sector turístico utilizando herramientas que irá desde audio guías virtuales hasta aplicaciones muy sofisticadas de realidad aumentada”.

Respecto al deporte, Nokia junto a British Telecom y Qualcomm han mostrado cómo el 5G ofrecerá notables mejoras. La compañía nórdica explica que, mientras hoy todo lo que puedes tener en un estadio gracias a la tecnología es una opción de visionado de aquello que está lejos, “el 5G permitirá agregar contenido de ultra alta definición, realidad aumentada y nuevas aplicaciones interactivas, así como contenido de vídeo de 360 grados en el dispositivo inteligente del espectador”.

‘Smart city’. Ciudades más eficientes

Finalmente, el concepto de *smart city* que parece que tarda en llegar, podría estar ya llamando a la puerta. La realidad de una ciudad inteligente, cuya gestión sea mucho más eficiente y que permita dar mejores servicios a los ciudadanos, es tan ambiciosa cómo complicada y requiere de las sinergias de distintas tecnologías. Los sensores, la revolución del *big data* y algunas soluciones de inteligencia artificial son pasos de gigante hacia ese objetivo, pero el 5G con su alta velocidad y baja latencia se hace imprescindible. En esta línea, Telefónica con Ericsson y Nokia como socios llevarán a cabo pilotos del 5G en Talavera de la Reina y Segovia en el proyecto Ciudades Tecnológicas 5G, que demostrará la contribución al crecimiento económico y los beneficios que los españoles disfrutarán gracias a la futura red 5G.

Comunicaciones móviles. Más velocidad y capacidad

La nueva tecnología móvil también ha demostrado que puede ofrecer velocidades de conexión de datos

más altas y de mejor calidad. Por ejemplo, durante una prueba de una red 5G desplegada en un crucero de la empresa Tallink, Telia Sonera, Ericsson e Intel demostraron cómo la tecnología permitió el uso de wifi para más de 2000 pasajeros y los propios sistemas de tecnología de información y comunicaciones del barco.

También Vodafone realizó junto a Huawei el pasado febrero la primera llamada 5G del mundo en un entorno real, entre Castelldefels (Barcelona) y Madrid, usando el nuevo estándar comercial NSA alcanzando velocidades superiores a 2 Gpbs.

Orange y Ericsson, por su parte, también realizaron dos ensayos el pasado septiembre para demostrar cómo será el futuro de las comunicaciones móviles. El primero, con un dispositivo que simula la experiencia de un usuario a pie de calle, en el que se lograron velocidades superiores a los 15 Gpbs; y un segundo, en un vehículo en movilidad, en el que se pudo ver un vídeo 4K en tiempo real (*streaming*) en movimiento, en un recorrido urbano en exteriores.

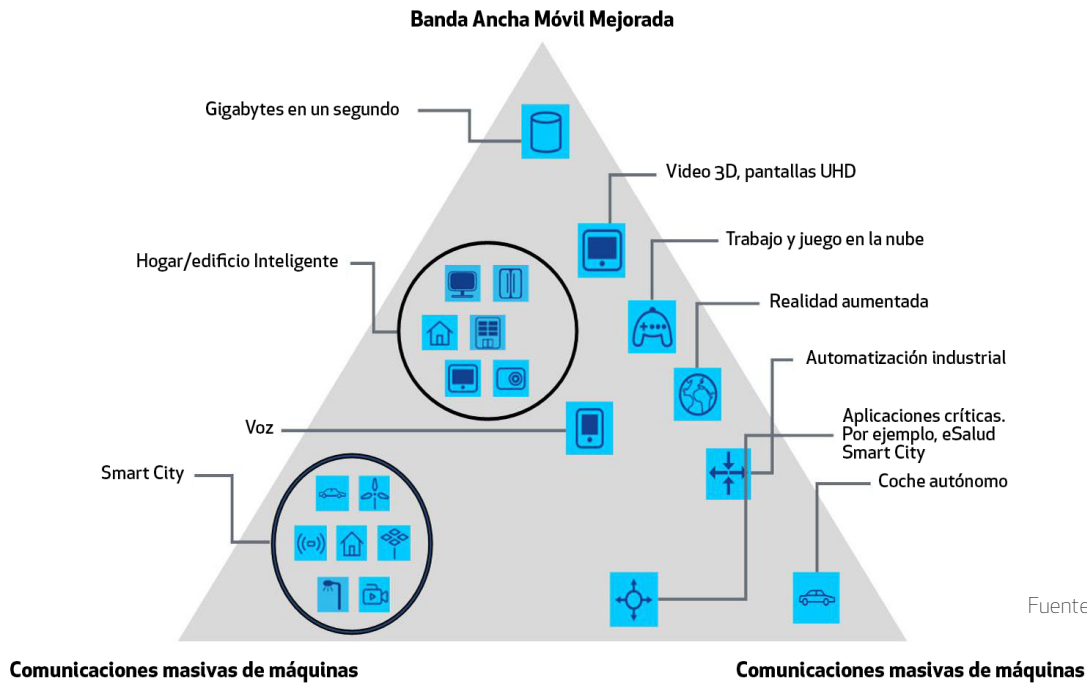
Entretenimiento. Realidad virtual.

Muchas compañías están convencidas de que con el 5G la realidad virtual y aumentada serán un campo a explotar, entre otras cosas para el entretenimiento. Y algunas como Huawei y Orange se han lanzado a ello, y en el último MWC hicieron una demostración en vivo de realidad virtual móvil basada en una red 5G. Cámaras instaladas en diferentes ángulos junto al famoso teleférico de la montaña de Montjuïc permitieron a los visitantes del stand de la operadora tener la misma experiencia visual en tiempo real que los pasajeros del teleférico.

En definitiva, y como señala Ryan Ding, presidente de la unidad de negocio de Carrier de Huawei, "los *smartphones* aparecieron hace una década generando un crecimiento explosivo en el servicio de datos móviles y unos ingresos para los operadores de más de 1 billón de dólares. Ahora, si miramos hacia el futuro, los nuevos servicios 5G permitirán un nuevo crecimiento en todas las industrias y remodelarán el mundo entero".



Escenarios de uso 5G



Seguramente, Ericsson es la compañía que más ha profundizado en el análisis de casos de uso. En los últimos años ha publicado diversos informes que recogen experiencias y adaptaciones del 5G en múltiples sectores y áreas de actividad. En su último informe 5G-IoT, Ericsson analiza más de 400 casos de uso en la industria digital en 10 sectores: energía y utilities, fabricación, seguridad pública, sanidad, transporte público, medios y entretenimiento, automoción, servicios financieros, comercio minorista y agricultura³³.

Principales Casos de uso de 5G

El estándar inalámbrico 5G ofrecerá un tejido de conectividad unificador que traerá grandes mejoras a los servicios actuales de banda ancha móvil, ampliará las redes móviles para admitir una gran diversidad de dispositivos y servicios, y revolucionará el IoT, multiplicando el número de casos de uso de 5G.

33 Ericsson 5G Use Cases <https://www.ericsson.com/en/white-papers>

A continuación se relacionan casos de uso de 5G, organizados según las categorías más amplias de servicios conectados de acuerdo con la clasificación propuesta por los expertos de Sdx Central³⁴:

Acceso Inalámbrico fijo: uno de los principales casos de uso de 5G se encuentra en el acceso inalámbrico fijo. La conexión inalámbrica fija proporcionará acceso a Internet a hogares utilizando tecnología de red inalámbrica en lugar de líneas fijas. Utilizará conceptos 5G como espectro de ondas milimétricas (mmWave) y formación de haces para reforzar los servicios inalámbricos de banda ancha.

Un caso comercial clave de 5G es la capacidad de ofrecer acceso de banda ancha de alta velocidad a hogares y negocios en lugares donde no llega o es muy costosa la fibra tradicional.

34 <https://www.sdxcentral.com/5g/definitions/top-5g-business-case/>

AT&T ha estado probando redes inalámbricas fijas 5G que proporcionarán banda ancha de alta velocidad, con velocidades de hasta 1 Gbps y tasas de latencia de menos de 10 milisegundos para el enlace de radio. En sus pruebas, la empresa ha adquirido nuevos conocimientos sobre el rendimiento y la propagación de ondas milimétricas (mmWave). AT&T también ha recogido información valiosa de cómo los materiales de construcción, la colocación de dispositivos, el entorno y el clima pueden afectar a la calidad y alcance de la transmisión.

Banda ancha móvil mejorada: el estándar 5G promete marcar el comienzo de la próxima era de experiencias inmersivas y conectadas a la nube con tasas de datos más rápidas y uniformes, con menor latencia y menor costo por bit. El estándar 5G llevará el rendimiento de la informática móvil al siguiente nivel, con enlaces de Internet de alta velocidad, siempre activos y siempre conectados, con capacidad de respuesta en tiempo real. El objetivo es alcanzar un rendimiento máximo de hasta 10 Gbits/s y un rendimiento de 1 Gbits/s en alta movilidad. Esta categoría incluye experiencias de realidad virtual (VR) y realidad aumentada (AR).

Durante la celebración de los **JJOO de Invierno de PyeongChang**, en Corea del Sur, el operador KT ha utilizado las nuevas redes de alta velocidad para transmitir video en tiempo real y realidad virtual directamente de los atletas a los espectadores. Intel y Samsung han sido los encargados de proporcionar la tecnología para gran parte de las demostraciones realizadas durante las pruebas olímpicas.

KT instaló 100 cámaras en el pabellón dedicado a las pruebas de patinaje artístico, permitiendo a los espectadores elegir libremente el ángulo desde el que ver los movimientos de los deportistas. El servicio en pruebas combinaba los

dispositivos de tableta compatibles con 5G desarrollados por Samsung con la tecnología en la nube de Intel.

Los operadores rivales SK Telecom y LG U+ también han realizado pruebas vinculadas a servicios 5G en el marco de la edición número 23 de los Juegos Olímpicos de Invierno.

Cobertura para grandes concentraciones

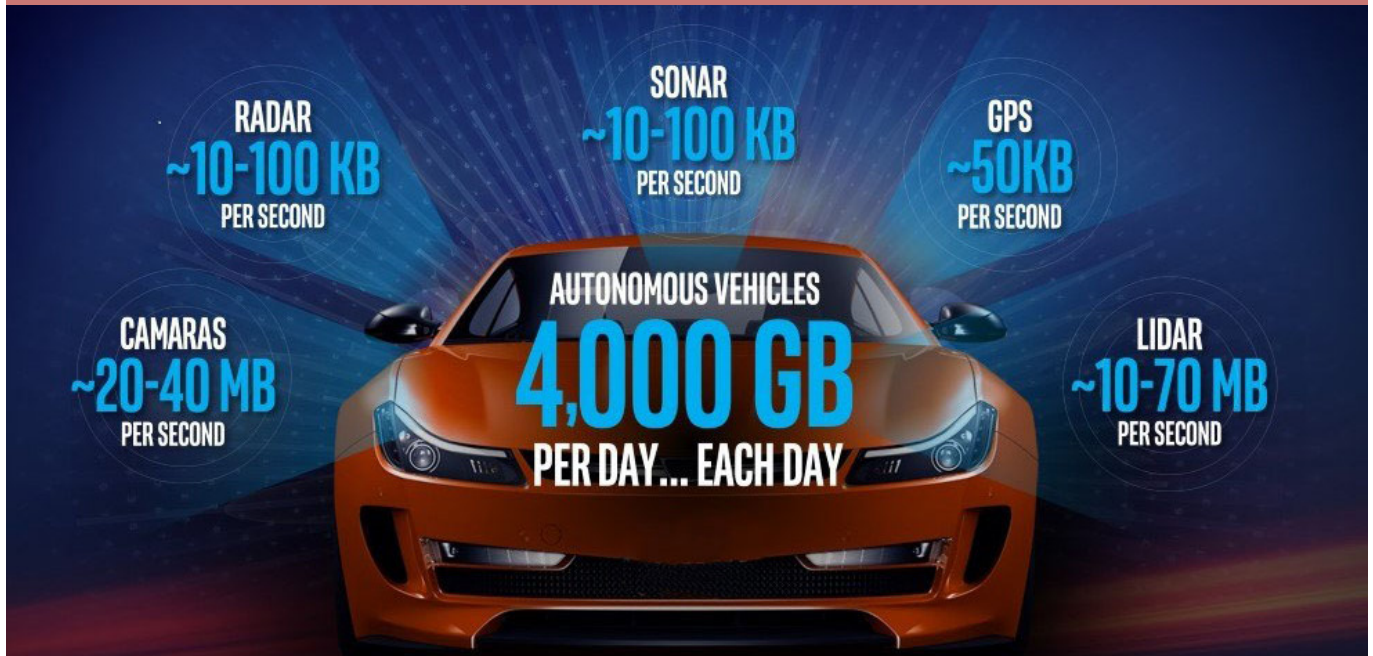
En el camino hacia el 5G, el **nuevo estadio del Atlético de Madrid** es desde julio de 2017 el primer estadio totalmente multioperador y multibanda de España. El operador de infraestructuras Cellnex ha desplegado un sistema DAS (*Distributed Antenna System*) y una red de *small cells* compartibles, "que permite a todos los operadores móviles ofrecer conectividad en banda ancha móvil de máxima calidad y capacidad a todos sus clientes".

El despliegue de esta infraestructura en el estadio de fútbol mejora la experiencia de los usuarios y evita la falta de capacidad que se suele producir en zonas de alta demanda de conectividad por la aglomeración de un gran número de usuarios simultáneos.

Mediante una única red, compuesta por más de 200 antenas mimetizadas en el equipamiento del estadio, cerca de 90 unidades remotas y más de 10 kilómetros de fibra óptica compartida, Cellnex Telecom ofrece cobertura 2G, 3G y 4G a todos los operadores que deseen ofrecer este servicio de banda ancha real y móvil a sus clientes.

El modelo de solución desarrollada por Cellnex para el Club Atlético de Madrid es exportable en todos aquellos recintos o zonas que presentan alta demanda de conectividad, como hospitales, centros comerciales, edificios de oficinas o zonas urbanas que reciben muchos visitantes.

El flujo de datos en un vehículo autónomo



Fuente: Intel

IoT Masiva (o Massive Machine-Type-Communications): uno de los casos de uso de 5G más esperados es la capacidad de conectar sin problemas sensores integrados en prácticamente cualquier cosa. En palabras de Marcus Weldon, director de tecnología de Nokia, "5G dará a luz a la próxima fase de las posibilidades humanas, lo que lleva a la automatización de todo. Esta automatización, impulsada por una red inteligente e invisible, creará nuevos negocios, dará lugar a nuevos servicios y, en última instancia, liberará más tiempo para las personas"³⁵.

La industria prevé un gran número – más de 100 mil millones - de dispositivos de IoT en servicio para 2035. La IoT industrial es un área donde 5G desempeñará un papel importante, desde las ciudades inteligentes hasta el seguimiento de activos, la producción industrial y la agricultura.

La fábrica inteligente del futuro 5G se caracterizará por un nuevo tipo de conectividad, que conectará máquinas automáticas, robots industriales y software, con el objetivo de alcanzar capacidades de producción mucho más dinámicas. La infraestructura cableada existente del mundo industrial de hoy en día será reemplazada o completada por la flexibilidad ilimitada de la conectividad inalámbrica, lo que permite la interconexión de la maquinaria a través de sensores inalámbricos, facilitando nuevos niveles de capacidad.

Ericsson ha desarrollado un prototipo de fábrica inteligente habilitado con 5G que utiliza el seccionamiento de red o "network slicing". Según la compañía, las nuevas tecnologías 5G, como 5G New Radio (NR), combinadas con tecnologías como la nube, redes definidas por software (SDN) y la segmentación de redes serán los factores clave para la fábrica inteligente del futuro.

³⁵ <http://money.cnn.com/2016/02/09/technology/5g/index.html>

Es la Industria 4.0. En este campo hemos podido ver múltiples casos de uso de grandes empresas como Bosch o Fujitsu, pero también de empresas más pequeñas como la española G+D Mobile Security, que ha desarrollado un software de autenticación biométrica concebido para banca móvil que permite al usuario acceder a este servicio con métodos de autenticación biométrica como su huella dactilar, rostro o voz.³⁶

Comunicaciones de baja latencia ultrafiabile:

esta categoría incluye nuevos servicios que transformarán las industrias con conexiones de baja latencia ultra confiables / disponibles, como el control remoto de infraestructuras críticas o los vehículos autónomos. El nivel de fiabilidad y latencia será vital para el control de la red inteligente, la automatización industrial, la robótica, el control y la coordinación de drones, y otros muchos ejemplos.

Servicios de Salud. Cuando se trata de servicios de salud, la alta confiabilidad / disponibilidad y la baja latencia en los sistemas de comunicaciones son esenciales. La innovación de IoT también será un factor importante, ya que los casos de uso como la cirugía remota inalámbrica, robótica, realidad virtual (realidad virtual), realidad aumentada (AR) simulaciones y mecanismos de retroalimentación instantánea ocupan un lugar central en el futuro médico 5G. En Estados Unidos, más del 96 por ciento de los hospitales tienen registros médicos electrónicos y el uso de dispositivos conectados va en aumento. Para 2022 se espera que el mercado mundial de la salud de la Internet de las cosas (IoT) alcance los 410.000 millones de dólares³⁷.

Uno de los primeros proyectos integrales de

hospital conectado se está desarrollando en Finlandia con la iniciativa Oulu Health –en las que participan Nokia y el Hospital de la Universidad de Oulu— que tiene como objetivo convertir ese centro médico en un hospital totalmente conectado a 5G para desarrollar y probar casos avanzados de uso de atención médica.

En Barcelona también se ha puesto en marcha un piloto para operaciones quirúrgicas a distancia y en tiempo real mediante 5G, con la participación del Hospital Clínic y en el marco del proyecto Barcelona 5G, que trata de convertir a la capital catalana en el líder europeo de la nueva tecnología móvil.³⁸

El coche conectado. El caso de uso más popular hoy en día es el del coche conectado. La perspectiva automovilística para 5G implica una conectividad superior, con sensores en red dentro y fuera del automóvil, monitorizando todo a su alrededor. Mayor seguridad, conocimiento e información y entretenimiento serán parte del automóvil conectado 5G.

Intel ha estado haciendo un trabajo importante en el ámbito de los vehículos automatizados. Sus plataformas para vehículos de desarrollo automatizado de la compañía están diseñadas para fabricantes de automóviles que estén listos para desarrollar y probar una amplia gama de aplicaciones antes de 2020. Es el caso de Seat, Ford, Daimler, BMW o Toyota.

En la última edición del MWC ha sido destacada la presencia de prototipos de vehículos conectados basados en el 5G. Qualcomm, ATT, Intel o el operador letón Latvian Mobile Telephone, además de un fabricante de coches como Seat, que exhibió su propuesta de coche conectado, con

³⁶ <https://www.gi-de.com/es/es/mobile-security/sectores/entidades-financieras/>

³⁷ <http://www.healthcareitnews.com/news/journey-5g>

³⁸ <http://ajuntament.barcelona.cat/imi/es/noticia/barcelona-se-prepara-para-ser-el-laboratorio-europeo-del-5g>

aplicaciones que mejoran la experiencia de entretenimiento como Alexa, el asistente de voz de Amazon que permite recibir la previsión meteorológica, encargar la compra o apagar las luces de casa desde el automóvil, y Shazam, el servicio de reconocimiento de canciones.

Además, la compañía presentó su prototipo "Cristóbal", que incorpora todas las aplicaciones de seguridad como el reconocimiento facial para saber si el conductor está demasiado cansado para continuar en la carretera o una prueba de alcoholemia que, si no se pasa satisfactoriamente, no permite arrancar el coche.

En el mismo escenario, el director de la unidad de negocio de comunicaciones avanzadas de Ficosa, compañía española que ofrece soluciones tecnológicas de seguridad y conectividad para la industria de la automoción, Joan Palacín, auguró que entre el 65 y el 70% de los coches tendrán servicios básicos de conectividad en 2020 y que el 5G llegará al vehículo entre 2021 y 2022, aunque tardará unos años en generalizarse por complejidad y precio³⁹.

³⁹ <http://www.efefuturo.com/noticia/mwc-se-convierte-escaparate-coche-conectado-vista-puesta-5g/>

Experiencia de eventos mejorada: el aspecto de evento mejorado de la experiencia 5G promete ofrecer videos de realidad virtual cercanos a la acción como parte de una actuación determinada. Este caso de uso aprovecha 5G para producir una experiencia de medios de fidelidad ultra alta. El potencial de mercado para este caso de uso es alto, incluido el aumento general de los ingresos para los propietarios del lugar.

En este ámbito la telepresencia adquiere una nueva dimensión, Orange por ejemplo ha llevado a cabo un piloto en el pasado MWC en el que mediante unas gafas VR de Oculus se realizaba una visita virtual en el teleférico de Barcelona al que se le había instalado un modem 5G y una cámara 360º utilizando la primera estación base adaptada.

5. Planes de implantación del 5G

2020 es la fecha prevista para el despegue comercial del sistema 5G en el mundo. Estados Unidos y China, junto con otros países asiáticos como Corea del Sur y Japón, son los países con planes más avanzados en la carrera por ser los primeros en el despliegue del 5G, y podrían adelantar el estreno de la nueva tecnología a 2019. En España, al igual que en el resto de la Unión Europea, ya está en marcha el Plan Nacional 5G y han comenzado las primeras pruebas y proyectos pilotos de la nueva tecnología.

El honor de ser el primer operador del mundo en ofrecer servicios basados en redes móviles de quinta generación ha recaído en Korea Telecom. El operador coreano ha realizado ya pruebas de nuevos servicios basados en redes de quinta generación durante los Juegos Olímpicos de Invierno celebrados el pasado mes de febrero en la ciudad coreana de Pyeongchang. Corea ha utilizado las nuevas redes de alta velocidad transmitiendo video en tiempo real y realidad virtual directamente de los atletas a los espectadores. Intel y Samsung han sido los encargados de proporcionar la tecnología para gran parte de las demostraciones realizadas durante las pruebas olímpicas.





colegio oficial
ingenieros
de telecomunicación



La realidad digital en España es el 5G

Eugenio Fontán Oñate

Decano-Presidente del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación

@EugenioFontan

El Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT) ha cumplido su 50 Aniversario (1967-2017). Y, para celebrarlo, hemos escogido una imagen gráfica que permita recordar esta efeméride, asociándola además al concepto que sin duda es el de más prometedora actualidad para nuestra profesión: La 5ª Generación de telefonía móvil o 5G.

Lo motivos para ello son evidentes. Los ingenieros de telecomunicación queremos mirar al futuro, ser capaces de afrontar los retos que plantea la transformación digital, y sobre todo, aportar a la sociedad nuestro conocimiento y nuestra capacidad para contribuir a aprovechar al máximo las promesas que ofrece esta nueva generación tecnológica.

Mucho se ha hablado de las promesas de esta nueva tecnología, pero para comprender las razones que pueden llevarla a convertirse en un paradigma que verdaderamente transforme nuestra manera de comunicarnos y sobre todo, acceder a las funcionalidades de una inmersión completa en el mundo digital,

es imprescindible un somero conocimiento de sus características funcionales y de los principales retos que debe superar.

Principales características del 5g

Una peculiaridad de la 5G es que no nace ligada a un objetivo o concepto único, como sus predecesoras: La 2G se diseñó para digitalizar la voz, la 3G para integrar datos y voz y la 4G para banda ancha móvil. En este sentido, la 5G parece que responderá principalmente al menos, a tres retos: una nueva experiencia de banda ancha de alta capacidad, una muy baja latencia y el servir de soporte de comunicaciones para una red compuesta de un número masivo de máquinas, en lo que anticipa una extensión completa del concepto de "Internet de las cosas" (IoT).

- Además de velocidades de hasta 10 Gbps (lo que permitirá descargar una película en 3D en 30 segundos, frente a los 6 minutos que puede alcanzar la 4G), la **latencia** (o suma de los retardos de la red) será un factor crucial en estas conexiones. Mientras que actualmente con 4G, la latencia es de entre 20 y 30 ms, la 5G promete latencias inferiores a 1 ms. Esto implica el procesamiento masivo de datos, solo para gestionar la red y ello requerirá nuevas generaciones de procesadores integrados de características

totalmente inéditas. Esto exige retos sin precedentes para los principales fabricantes, que ya se posicionan para ser los proveedores de los chips que incorporarán los equipos de red y por supuesto, los terminales.

- Una de las características de la tecnología 5G es la posibilidad de **'segregar' la red** en varias sub-redes para administrarlas de forma independiente (Network Slicing). Consiste en dividir la red en diferentes instancias. Cada una de ellas, adaptada a los requisitos del servicio que precise ofrecer. Serían redes distintas desde el punto de vista lógico pero compartiendo la misma infraestructura. Esto permitirá ofrecer latencias o tiempos de reacción más reducidos para el automóvil, por ejemplo, y ofrecer una red menos exigente para Internet de las Cosas, de necesidades más contenidas. Esto abrirá el debate, no del todo cerrado, de **"la Neutralidad de Red"**.

- Otro aspecto relevante de la 5G es el facilitar **comunicaciones masivas tipo máquina a máquina (M2M)**. La capacidad de la red permitirá gestionar gran cantidad de conexiones simultáneas, facilitando el despliegue masivo de sensores, el Internet de las cosas (Internet of Things, IoT) y el desarrollo de los servicios de procesamiento y almacenamiento masivo de datos en la nube (BIG Data, Cloud Computing).

- Desde luego si hay una aplicación tecnológica que se beneficiará de la 5G es la del **Internet de la Cosas**, ya que el 5G permitirá que miles y miles de dispositivos estén conectados simultáneamente, compartiendo la red, y además ampliando su cobertura, al convertirse ellos mismos en nuevos nodos. Según previsiones de Huawei, en 2025 el número de dispositivos conectados será de 100.000 millones. Ocho grandes sectores aparecen, a priori, como los principales beneficiarios de esta innovación tecnológica: Industria, Seguridad y Defensa, Automoción, Salud y Sanidad, Media y Entretenimiento, Energía y "Utilities", Transporte y Servicios Financieros. Como casos de uso de especial interés en España, se encuentran

también las aplicaciones para el sector turístico, los escenarios relacionados con el IoT en el marco de los territorios inteligentes, la agricultura de precisión y, por supuesto, el coche conectado, paso inevitable hacia el vehículo autónomo.

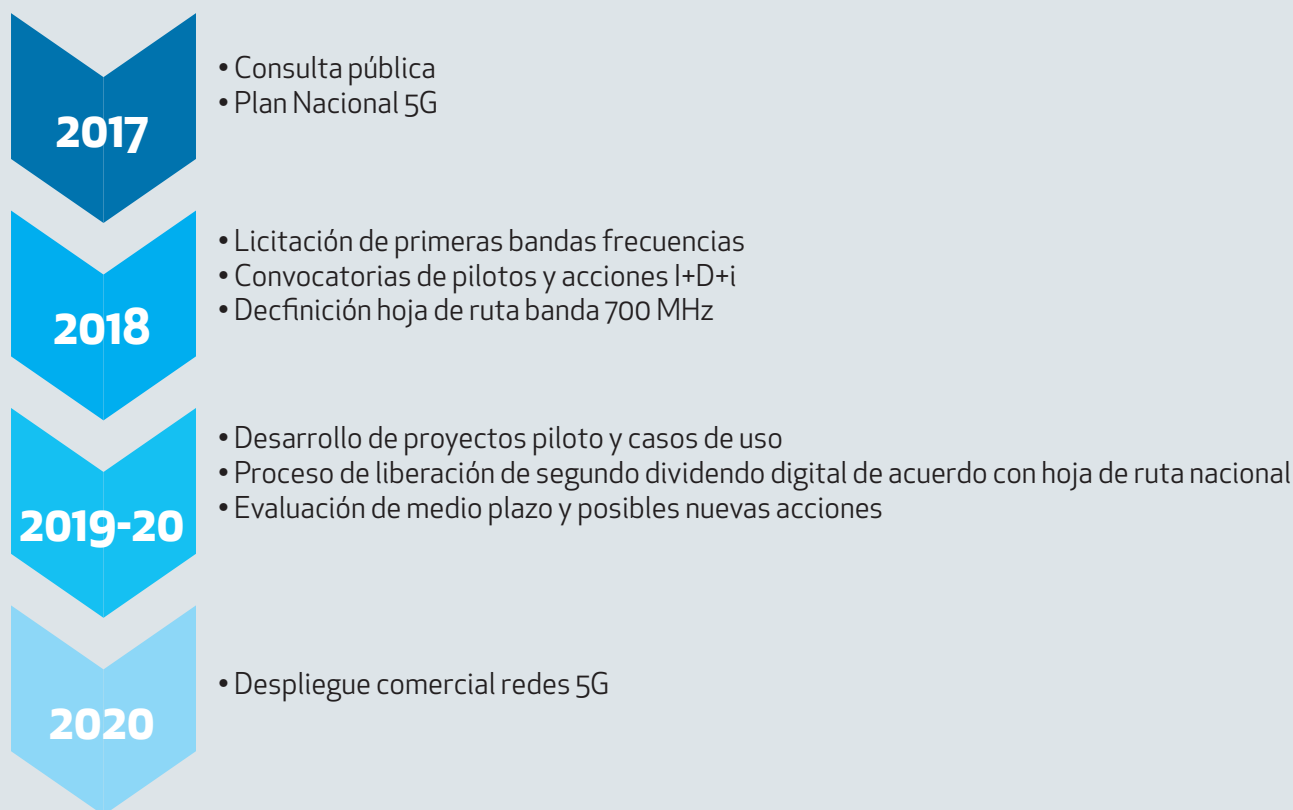
Los retos de las nuevas infraestructuras

La 5G tiende a instalaciones con celdas más pequeñas, de menor potencia (PIRE) y con mayor ancho de banda de transmisión, así como a la compartición de espectro entre tecnologías. Para ello, la 5G empleará antenas inteligentes, adaptativas, que focalizan la transmisión de forma (casi) individualizada. Ello permite una comunicación directa entre dispositivos, vehículos, terminales, con una reducción del consumo de potencia y una mejora de cobertura. Ello es importante, porque la enorme exigencia de procesamiento impondrá requisitos sin precedentes al ahorro de energía y a la conectividad. Otro factor absolutamente novedoso es el empleo de nuevas formas de onda que permiten emitir menos potencia fuera de banda y mucha mayor eficiencia espectral

Para los operadores de red, sin embargo, lo más importante será que por cada uno de los nodos actualmente existentes en los núcleos urbanos, se necesitarán 10, 20 o, incluso, 30 nuevos nodos. Para alcanzar estos niveles de cobertura la operación de las infraestructuras de red exigirán acuerdos de compartición entre los operadores, por lo que será razonable la especialización y la existencia de operadores neutros. Aquí, me permito anticipar que operadores como Cellnex tienen una oportunidad de liderar este modelo de gestión de infraestructuras compartidas, tanto por su fuerte posición en Europa como su profundo conocimiento y experiencia en la gestión de redes.

El espectro y el modelo español

En España, la Administración, en coordinación con las administraciones europeas, ha seleccionado las bandas de 700 MHz, 1,5 GHz, 3,6 GHz y 26 GHz.



Por otro lado, el calendario previsto para el lanzamiento de la 5G en España es el de la figura adjunta:

Algunos retos del 5G

Entre los retos tecnológicos de esta tecnología y que presumiblemente condicionarán su desarrollo están los siguientes:

Falta de un modelo claro de negocio. La GSMA, su asociación mundial, realizó una encuesta en 2017 a más de 750 primeros ejecutivos del sector de las telecoms, y más de la mitad señalaron como el mayor impedimento para el despliegue de la red 5G la falta de un modelo claro de negocio: paradójicamente, las grandes beneficiadas del despliegue de la red serían, previsiblemente, las compañías llamadas OTT (Over The Top), como Google, Amazon, Microsoft o Alibaba, mientras que las operadoras deberán realizar un esfuerzo tecnológico y creativo para proponer nuevos escenarios comerciales capaces de

mejorar su negocio, más allá de la mera operación de telecomunicaciones.

La tecnología deberá además ofrecer respuestas claras a retos no bien resueltos, como la autonomía de los dispositivos, mediante el desarrollo de nuevas baterías y algoritmos que optimicen el consumo.

No quiero dejar de mencionar, así mismo otros retos de carácter regulatorio y si me lo permiten, algunos que pueden tener una gran importancia desde el punto de vista de los derechos de la privacidad.

A caballo entre la tecnología y la regulación, deberán desarrollarse nuevos marcos de libertad que aseguren espacios seguros para la privacidad de los usuarios y sus datos, con soluciones de ciberseguridad, un marco de derechos claro y perfectamente establecido. Un marco de derechos digitales, y un entorno claro de la neutralidad de red serán más necesarios que nunca.

Por otro lado, las redes 5G deberán ser consideradas infraestructuras críticas y por lo tanto, especialmente protegidas.

Por último, dos recomendaciones:

La primera: Europa debe asegurarse el contar con el personal tecnológicamente preparado y las firmas capaces de mantener un alto nivel de I+D+i en 5G o nos veremos abocados a un papel de consumidores pasivos, lo que anticipa un escenario de pérdida de relevancia en esta tecnología, que marcará una generación. Hace falta una formación adecuada, con másteres que aseguren una debida preparación académica y que garanticen que Europa no se queda atrás en esta tecnología. Por otro lado, el COIT

no dejará de insistir en la importancia de contar con un cuerpo de ingenieros de telecomunicación dentro de la Administración Española, que refuerce el alto nivel de exigencia que la 5G le va a imponer tanto para el despliegue en España como para gestionar los acuerdos internacionales en la gestión del espectro.

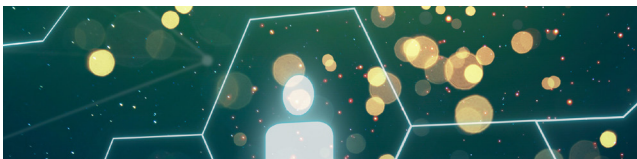
La segunda: las administraciones deben asegurar un despliegue seguro pero capilar y efectivo de las nuevas redes, que como ya hemos señalado serán muy exigentes en cuanto al número de nodos. En este sentido, el COIT viene apoyando permanentemente un diálogo que lo haga posible y apoyando los estudios más rigurosos y exigentes en el marco de las radiofrecuencias y la salud.



Los JJOO, al igual que el Mundial de Fútbol y otras citas deportivas internacionales, son tradicionalmente un excelente campo de pruebas para la innovación tecnológica. “Los Juegos Olímpicos son un escaparate de los tipos de cosas que probablemente se desarrollarán más temprano en Corea del Sur que en cualquier otro lugar, dado que con frecuencia están a la vanguardia de la próxima innovación de la tecnología celular”, ha afirmado el analista de Gartner Bill Menezes.⁴⁰

Japón también ha anunciado que utilizará la cita de los Juegos Olímpicos de Tokio en el verano de 2020 para el despliegue de redes y servicios 5G⁴¹, junto con la expansión de los robots o las retransmisiones en video de ultra alta definición 8K.

En España, al igual que en el resto de la Unión Europea, ya está en marcha el Plan Nacional 5G y han comenzado las primeras pruebas y proyectos pilotos de la nueva tecnología.



⁴⁰ <https://www.fastcompany.com/40528802/the-winter-olympics-will-be-a-coming-out-party-for-5g-wireless>

⁴¹ <https://www.telecomstchnews.com/news/2017/may/31/japan-prepares-2020-olympic-games-5g-trial-system/>

El país ha comenzado una prueba piloto 5G en Tokio y en áreas rurales; encabezados por el Ministerio de Asuntos Internos y Comunicaciones (MIC) de Japón, los ensayos involucrarán a un gran número de compañías del sector privado para debatir y compartir sus conocimientos a medida que evolucionen las tecnologías basadas en 5G. Se espera que los tres mayores operadores de Japón, NTT Docomo, KDDI y SoftBank, presten su experiencia, mientras que los fabricantes de equipos Panasonic, Sharp y Fujitsu ayudarán a suministrar el hardware requerido, incluidas estaciones base y teléfonos.

La estandarización, pasaporte al éxito. El 5G aún por venir

La estandarización ha sido el pasaporte para el éxito de las telecomunicaciones a lo largo de la historia. Y corresponde a la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), organismo especializado de las Naciones Unidas, aprobar el conjunto de normas y especificaciones de los diferentes servicios de comunicaciones para su armonización internacional. Así, durante 2018, la UIT deberá revisar el estándar intermedio adoptado por 3GPP el pasado año y que permitirá probar la telefonía móvil de quinta generación sobre el soporte de la actual red 4G. Después de eso, las compañías inalámbricas podrán comenzar a comprar y vender equipos 5G bajo la garantía de que todo el sistema funcionará correctamente.

El primer estándar para la red de 5G New Radio (NR), un estándar intermedio, fue completado con éxito en diciembre de 2017 por el 3GPP (3rd Generation Partnership Project), el grupo internacional de colaboración de asociaciones de telecomunicaciones que rige los estándares de las redes móviles.

Esta primera versión del 5G NR *Non-Standalone* (NSA), al usar la red actual 4G, permite a los

operadores comenzar a planificar sus lanzamientos de 5G con equipos de red y teléfonos móviles que cumplan los requisitos de los estándares para garantizar así su compatibilidad, sin necesidad de tener desplegada la nueva red 5G. Posteriormente, se desarrollará el 5G NR *Standalone* (SA), es decir, independiente ya del 4G.

La segunda parte de 5G permitirá servicios que van más allá de la telefonía móvil. Entre ellos se incluyen las conexiones ultra confiables y de misión crítica para automóviles y drones autónomos; la baja latencia garantizada para dispositivos como visores inalámbricos de realidad virtual; y modos de baja potencia y bajo ancho de banda para dispositivos conectados a "Internet de las cosas" ubicuos, como sensores ambientales. "La base central de 5G es que usted construye un sistema que puede evolucionar y adaptarse a diversos requisitos y nuevas oportunidades de mercado a lo largo de la vida útil del sistema", dice Serge Willenegger, ingeniero y vicepresidente sénior de gestión de productos de Qualcomm, que ayudó a desarrollar el estándar para la red de 5G New Radio, aprobada en Lisboa el pasado diciembre.

El interés de Estados Unidos

En Estados Unidos, por su parte, los cuatro operadores de telefonía móvil a nivel nacional –Verizon, AT&T, T-Mobile y Sprint– están desarrollando y probando tecnología de red sobre 5G. Además, los fabricantes de chips, como Qualcomm e Intel, trabajan en el desarrollo de los procesadores y los enlaces de radio que emplean las comunicaciones 5G. Y las principales compañías de equipos de red –entre ellas Nokia, Ericsson y Huawei– están construyendo la red troncal y los equipos necesarios para soportar la nueva tecnología. Todos los esfuerzos necesarios para cubrir los exigentes requerimientos técnicos del nuevo sistema.

Los proveedores de equipos y proveedores de servicios inalámbricos pasarán 2018 realizando pruebas técnicas y pruebas pilotos en diferentes ciudades y emplazamientos en Estados Unidos.

ATT ya cuenta con un programa de pruebas piloto y despliegue de red 5G en las doce ciudades más importantes del país durante 2018. Los servicios 5G se ejecutarán inicialmente en la parte superior de las redes 4G. La conexión de radio rápida entre dispositivos y torres de telefonía será enteramente 5G. Ese es el componente que acaba de ser estandarizado por el 3GPP. Pero la tecnología detrás de las torres (el enrutamiento, la división del ancho de banda) utilizará tecnologías actuales que no incluyen capacidades 5G más allá de la pura velocidad. Los estándares de "backhaul" que hacen que esas capacidades sean posibles se pueden finalizar en los próximos seis a nueve meses.

A nivel global, hasta dieciocho operadoras telefónicas a nivel mundial han empezado o empezarán pruebas de velocidad 5G en 2018



Por su parte, Verizon, la mayor telefónica norteamericana, que cuenta con más de 100 millones de suscriptores en EE.UU., espera iniciar sus operaciones 5G comerciales este mismo año. Verizon

piensa invertir unos 17.000 millones de dólares en el despliegue de su red 5G.

A nivel global, hasta dieciocho operadoras telefónicas a nivel mundial han empezado o empezarán pruebas de velocidad 5G en 2018, utilizando el nuevo módem de Qualcomm que está creado para manejar grandes cantidades de datos a velocidades casi instantáneas. La lista de operadoras incluye a Verizon, AT&T y Sprint, en Estados Unidos; Orange, BT y Vodafone en el Reino Unido y Telstra, en Australia.

Además, 19 fabricantes de teléfonos respaldan el módem X50 5G de Qualcomm. Estas incluyen a LG, HTC, Oppo (que es matriz de OnePlus), Vivo (que pertenece al mismo holding de Oppo), Xiaomi y la startup dueña de los teléfonos de la marca Nokia.

El modelo de implantación

Pero en Estados Unidos ha surgido un problema añadido en relación con el modelo de implantación de las nuevas redes 5G: la Seguridad Nacional y los riesgos de "sorpasso" tecnológico de China.

Donald Trump prohibió el pasado 13 de marzo al fabricante de chips Broadcom, con sede en Singapur, la compra de la norteamericana Qualcomm, líder mundial del mercado de los procesadores de teléfonos móviles. La operación, valorada en unos 130 mil millones de dólares, habría sido la más grande en la historia de la tecnología. Su súbita anulación "pone de manifiesto cómo la Casa Blanca está cada vez más preocupada de que China siga a los Estados Unidos en tecnología, y de cómo Washington tomará medidas sin precedentes para garantizar que sus principales empresas tecnológicas no se queden atrás"⁴².

Esta preocupación en defensa del sector

nacional ya se pudo apreciar hace unos meses cuando el Gobierno de Donald Trump planteó una posible nacionalización de la red 5G como una opción para combatir el espionaje chino en los teléfonos de los estadounidenses, según una información publicada por el medio digital Axios⁴³, donde se afirmaba que el modelo plantea que sea el gobierno de EE.UU. el que pague y construyera una red única 5G, "lo que sería una nacionalización sin precedentes de una infraestructura históricamente privada".

El responsable de la FCC, el regulador de las telecomunicaciones, respondió oponiéndose enérgicamente a los planes de la Administración Trump: "Me opongo a cualquier propuesta para que el gobierno federal construya y opere una red 5G nacional. La lección principal que se debe extraer del desarrollo del sector inalámbrico en las últimas tres décadas, incluido el liderazgo estadounidense en 4G, es que el mercado, y no el gobierno, está mejor posicionado para impulsar la innovación y la inversión. Lo que el gobierno puede y debe hacer es introducir el espectro en el mercado comercial y establecer reglas que alienten al sector privado a desarrollar y desplegar la infraestructura de próxima generación. Cualquier esfuerzo federal para construir una red 5G nacionalizada sería una distracción costosa y contraproducente de las políticas que necesitamos para ayudar a los Estados Unidos a ganar el futuro 5G", dijo el presidente Ajit Pai.⁴⁴

Dado el elevadísimo coste de las inversiones necesarias para la construcción de las infraestructuras necesarias – Implementar la tecnología 5G en todo Estados Unidos costará 300.000 millones de dólares, según un informe de Barclays –,

⁴² <https://qz.com/1227509/trump-just-blocked-broadcoms-attempt-to-buy-qualcomm-because-china/>

⁴³ <https://www.axios.com/trump-team-debates-nationalizing-5g-network-f1e92a49-60f2-4e3e-acd4-f3eb03d910ff.html>

⁴⁴ <https://www.theverge.com/2018/1/29/16944666/fcc-chairman-government-5g-network-ajit-pai-spectrum>

Europa y el 5G

Mientras, en Europa, la Unión Europea adoptó en abril de 2016 el *Plan de Acción de 5G para Europa* "con el objetivo de favorecer la coordinación entre los estados miembros para mejorar la competitividad europea en el desarrollo de esta tecnología emergente". Los principios que sustentan el Plan están en línea con lo pedido por el presidente de la FCC, Ajit Pai como políticas públicas: puesta a disposición de espectro e incentivación de la iniciativa privada en el despliegue de las infraestructuras 5G.

En el Plan se animaba a los Estados miembros a desarrollar, antes de terminar 2017, planes de trabajo nacionales para el despliegue de 5G como parte de los planes nacionales de banda ancha, con especial relevancia en los pilotos de red y de aplicaciones. Para alcanzar el éxito en el despliegue de 5G en Europa, se identifican como pasos necesarios: la puesta a disposición de espectro suficiente de forma rápida, focalizar las obligaciones de cobertura inicialmente en grandes ciudades y principales vías de comunicación, mantener la interoperabilidad global 5G y facilitar el despliegue de fibra óptica y "small cells".

Todo ello con el fin de contar con una hoja de ruta común para alcanzar un despliegue homogéneo y coordinado de 5G en la Unión, "mediante una introducción temprana de la red en 2018 y una introducción comercial a gran escala antes de finales de 2020 a más tardar"⁴⁵.

Teniendo en cuenta que las atribuciones de bandas de espectro destinadas al uso para los servicios 5G se acuerdan en las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, indicar

que dentro de la Unión Europea, el Grupo de Política del Espectro Radioeléctrico (Radio Spectrum Policy Group, RSPG) aprobó en noviembre de 2016⁴⁶ la Opinión en la que identifican las bandas de frecuencias para ser utilizadas en el lanzamiento del 5G en la Unión Europea:

Espectro de ancho de banda bajo (700 MHz), que puede permitir la cobertura de 5G en todas las áreas.

Espectro de ancho de banda medio (3.4-3.8 GHz), que aportará la capacidad necesaria para nuevos servicios 5G en áreas urbanas; y

Espectro de ancho de banda alto (26 GHz) para brindar una capacidad ultra alta para nuevos servicios innovadores.

Posteriormente, en una segunda opinión titulada "*Strategic spectrum roadmap towards 5G for Europe*", el RSPG adoptó nuevas recomendaciones para los responsables de las políticas sobre cuestiones estratégicas relacionadas con 5G.

El 5G pone en marcha una oleada de subastas de espectro en Europa

Los planes de la Unión en relación al despliegue coordinado y homogéneo del 5G han propiciado una oleada de subastas de espectro en Europa. Así, a finales de 2017⁴⁷, más de una docena de estados miembros habían iniciado o puesto fecha a las licitaciones de espectro –en las diferentes bandas recomendadas por la Unión– para la nueva generación de telefonía móvil en 2018 –entre ellos España, Portugal, Bélgica, Noruega, Suecia, Dinamarca, Austria, Macedonia, Eslovenia, Holanda–; una lista que se amplía con los estados que tienen en sus planes subastar las frecuencias en 2019, entre ellos Francia, Reino Unido, Alemania o Italia.

⁴⁵ COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN. La 5G para Europa: un plan de acción <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/ES/1-2016-588-ES-F1-1.PDF>

⁴⁶ <http://rspg-spectrum.eu/2018/02/>

⁴⁷ https://cincodias.elpais.com/cincodias/2017/12/15/companias/1513368430_763473.html

España: El Plan Nacional de 5G

En España, el Ministerio de Energía, Turismo y Agencia Digital presentó en diciembre de 2017 el Plan Nacional de 5G⁴⁸, "que supone la hoja de ruta para situar a España entre los países más avanzados en el desarrollo de esta nueva tecnología". El Plan incluye un paquete de medidas para favorecer el desarrollo de la tecnología 5G en España, entre las que se encuentra la convocatoria de ayudas públicas para la ejecución de proyectos piloto y soluciones tecnológicas innovadoras basadas en 5G.

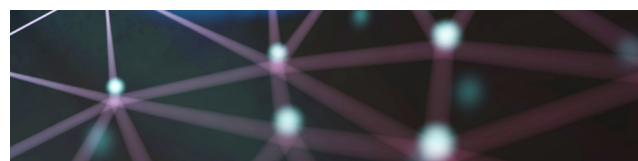
Además, fija para 2018 la licitación de las primeras bandas de frecuencia identificadas para 5G, 3,6 GHz (3.600 MHz-3.800 MHz) y 1,5 GHz (1.452-1.492 MHz), "con el objetivo de que los operadores puedan comenzar a realizar los primeros proyectos innovadores de 5G".

La utilización de la banda de 700 MHz permitirá a los operadores ofrecer a los consumidores servicios de banda ancha más rápidos y de mayor calidad, y cubrir, además, zonas más amplias, incluyendo las rurales y las regiones remotas. En relación a la banda de 700 MHz, actualmente usada en la TDT, la intención del Gobierno es que la hoja de ruta se fije en la primera mitad de 2018, para ejecutar su liberación y posterior subasta entre 2019 y 2020.

Este nuevo dividendo supondrá una nueva reorganización de canales que pasa por la liberación de la banda de 700 MHz del espectro radioeléctrico en favor de los servicios móviles 5G. Para ejecutarlo, España deberá llevar a cabo un nuevo proceso de antenización similar a la del primer dividendo digital, cuando se liberó la banda de los 800 Mhz para dejar hueco al 4G móvil. Los canales de TDT han pedido al Gobierno español que

garantice su capacidad actual y evolución futura tras el nuevo cambio de frecuencias, que puede afectar al 86% de los usuarios de TDT.⁴⁹

En España, el Ministerio de Energía, Turismo y Agencia Digital presentó en diciembre de 2017 el Plan Nacional de 5G, "que supone la hoja de ruta para situar a España entre los países más avanzados en el desarrollo de esta nueva tecnología"



Planes y pruebas piloto

Tal como se indicaba en el Plan de Acción de 5G para Europa, las pruebas y planes piloto son otra de las prioridades para el despliegue armonizado del 5G. La Comisión Europea, con el programa Horizon 2020, se ha marcado el objetivo de que ese

⁴⁸ http://www.minetad.gob.es/es-es/gabineteprensa/notasprensa/2017/documents/plan_nacional_5g.pdf

⁴⁹ El sector de la TDT pide al Gobierno que garantice su capacidad actual y evolución fut tras el segundo dividendo digital <http://www.europapress.es/sociedad/noticia-sector-tdt-pide-gobierno-garantice-capacidad-actual-evolucion-fut-segundo-dividendo-digital-20180227120424.html>

año haya como mínimo una ciudad de cada estado miembro en la que el 5G esté en servicio de pruebas.

En este sentido, el Gobierno español anunció en febrero que destinará 20 millones de euros a ayudas para "impulsar el desarrollo de dos proyectos piloto 5G por parte del sector privado en el marco del Plan Nacional 5G y para contribuir a los objetivos del Plan Nacional de Territorios Inteligentes"⁵⁰.

Barcelona, capital europea del 5G

En su condición de sede del MWC, Barcelona se ha situado en una posición inmejorable para acoger experiencias, tests y pruebas piloto en torno al despliegue de infraestructuras, servicios y aplicaciones vinculadas a la nueva generación de comunicaciones móviles.

La capital catalana ha sido una de las tres ciudades europeas elegidas, junto a Bristol (Reino Unido) y Lucca (Italia), para la realización de los primeros pilotos de redes 5G. El proyecto 5Gcity a nivel europeo agrupa la colaboración de empresas y administraciones de España, Reino Unido, Francia, Italia, Portugal, Luxemburgo y Bélgica para "diseñar, desarrollar, desplegar y demostrar, en condiciones operacionales, una plataforma radio distribuida en la nube para los municipios y propietarios de infraestructuras que actúen como hosts neutros 5G"⁵¹. En el caso de Barcelona, el proyecto cuenta con la participación, entre otros, del Ayuntamiento de Barcelona, i2CAT, Betevé y CellNex para desarrollar un piloto centrado en el despliegue de una red neutra de microcélulas 5G en toda el área metropolitana de Barcelona.

En el marco de este proyecto, la Generalitat de Catalunya, el Ayuntamiento de Barcelona, la Mobile World Capital Barcelona, la Fundación i2CAT, el Centro Tecnológico de Telecomunicaciones de Cataluña (CTTC), Atos y la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) han constituido la iniciativa 5G Barcelona⁵², que tiene como objetivo "convertir la ciudad y Cataluña en uno de los hubs de innovación digital europeos en el ámbito del 5G".

Por su parte, los principales operadores españoles de telefonía móvil también han puesto en marcha sendas pruebas y planes piloto sobre infraestructuras y servicios 5G.

Telefónica⁵³ ha empezado las primeras pruebas piloto de 5G en España, en Segovia y Talavera de la Reina, en el marco del proyecto "Ciudades Tecnológicas 5G". Telefónica convertirá ambas ciudades "en un laboratorio durante los próximos tres años (2018-2020), desde las primeras capacidades de la quinta generación móvil hasta el despliegue de la nueva red 5G y el desarrollo de casos de uso que permitirán a los ciudadanos y a las empresas disfrutar de las ventajas de esta tecnología".

En el proyecto de despliegue de la red 5G en estas dos ciudades participarán Nokia (Segovia) y Ericsson (Talavera de la Reina) como socios tecnológicos. Dentro del plan, la red 5G será inicialmente *Non Stand Alone*, es decir, que para funcionar necesitará como soporte una red 4G, para finalmente llegar a ser una red 5G *Stand Alone*.

En paralelo al despliegue tecnológico, se desarrollarán casos de uso 5G con pruebas de concepto de los nuevos servicios, productos, experiencias y modelos de negocio que serán posibles gracias a esta tecnología y a las ventajas de incremento de ancho de banda o disminución de la latencia que aporta.

⁵⁰ El Gobierno aprueba la convocatoria de dos proyectos piloto de tecnología 5G por valor de 20 millones de euros <http://www.red.es/redes/es/actualidad/magazin-en-red/el-gobierno-aprueba-la-convocatoria-de-dos-proyectos-piloto-de-tecnolog%C3%ADa>

⁵¹ <https://www.5gcity.eu/about-5gcity/>

⁵² <https://www.5gcity.eu/objectives/>

⁵³ <https://www.telefonica.com/es/web/sala-de-prensa/-/telefonica-lidera-el-camino-al-5g-con-despliegues-en-dos-ciudades-espanolas>



Por su parte, Vodafone España⁵⁴, la filial del operador británico de telecomunicaciones, realizó el pasado 20 de febrero desde la ciudad barcelonesa de Castelldefels la primera conexión que se realiza en todo el mundo utilizando la tecnología 5G. Aunque, como hemos señalado, el estándar mundial de 5G completo aún no se ha aprobado totalmente, la primera conexión de 5G se ha hecho aprovechando el estándar de radio ya aprobado por el 3GPP, en colaboración con Huawei, su principal suministrador.

También Orange⁵⁵ llevó a cabo, junto al fabricante sueco Ericsson en septiembre del año pasado dos pruebas vinculadas al 5G: su primer piloto a pie de calle, así como una serie de 'test' en movimiento; con un vehículo, por un entorno urbano. Y para ello se ha empleado una estación base con cobertura 5G gracias a un equipo de radio real, el cual ha permitido velocidades superiores a los 15 Gbps. La compañía comenzará en 2019 a desplegar redes 5G en cuatro ciudades españolas, y además colabora con la Fundació i2CAT y la Mobile World Capital Barcelona en la iniciativa 5GBarcelona.

Cada día se incorporan nuevos proyectos e iniciativas a este impulso del 5G y para que la quinta generación de tecnología móvil, llamada a revolucionar la economía y la sociedad en su conjunto, sea realidad a partir de 2020.

⁵⁴ http://www.saladeprensa.vodafone.es/c/notas-prensa/np_primera_llamada_5g/

⁵⁵ http://acercadeorange.orange.es/Uplimages/files/3480/_g_orange_y_ericsson_8b1e3b9062c92dc317cda3949.pdf

6. Conclusiones

Tras 40 años de vida de tecnología móvil y tras cuatros sucesivas generaciones de tecnología inalámbricas asistimos a llegada de la quinta generación de telefonía móvil 5G cuyo despliegue se anuncia para 2020. La industria inalámbrica –que ha transitado por cuatro anteriores– se prepara ya para una nueva generación llamada a revolucionar no solo el mundo de las comunicaciones móviles sino el de la economía e industria en general.

Pero frente a las generaciones anteriores la tecnología 5G constituye una evolución con un mayor grado de disrupción, ya que no solo evoluciona el paradigma de conexión existente sino que será el desencadenante e impulsor definitivo de la transformación digital de la sociedad y de la economía en los países más avanzados durante la próxima década. A diferencia de lo que supuso la sustitución del estándar 3G por 4G, la implantación del 5G tendrá un impacto más allá de un cambio tecnológico en las redes de telefonía móvil y constituye el sustrato tecnológico básico para desarrollar la transformación digital, un proceso sobre el que existe un consenso global de su importancia e impacto en la economía y en el conjunto de la sociedad.



Y es que la 5G va mucho más allá de los teléfonos inteligente ya que impactará decisivamente en las soluciones vinculadas al Internet de las cosas y el big data, la robótica, la realidad virtual o la ultra alta definición, alcanzarán su despliegue e implantación sobre redes 5G. Para 2025 se espera que el número de dispositivos conectados alcancen en todo el mundo los 100.000 millones, incluyendo sensores, termostatos, vehículos, electrodomésticos, robots y todo otro tipo de dispositivos⁵⁶. 5G será más rápido, más inteligente y consumirá menos energía, lo que permitirá su aplicación a una gran cantidad de nuevos dispositivos inalámbricos –sensores, termostatos, electrodomésticos, herramientas, vehículos–. Se prevé que gracias a la conjunción de una nueva arquitectura unida a nuevos modelos de computación y estándares tecnológicos se puedan ofrecer velocidades hasta 40 veces más rápidas que 4G, lo suficientemente “veloz” para transmitir video “8K” en 3D o descargar una película 3-D en aproximadamente 6 segundos (en 4G, tomaría 6 minutos).

Siendo muy importantes aspectos como la mejora en la velocidad de transmisión y la disminución de latencia, es probable que la mayor revolución se materialice en las nuevas capacidades para ofrecer una conectividad inteligente ilimitada, mejorando servicios que disponíamos hasta la fecha y, lo que es más relevante, fomentando la transformación de los procesos industriales e impulsando la creación de nuevos sectores como la IoT, las “smart cities” o la industria 4.0.

La capacidad para manejar grandes volúmenes de datos con baja latencia en tiempo real desplegará toda una suerte de servicios basados en la nube, transacciones de próxima generación

como las aplicaciones basadas en “block chain”, que requiere grandes recursos de computación en un corto espacio de tiempo, la realidad aumentada (AR), la inteligencia artificial (IA) o el Internet de las cosas (IoT). Un ecosistema que previsiblemente en el año 2025 estará constituido por 100.000 millones de dispositivos: sensores, alarmas, wearables, móviles, electrodomésticos, lectores de códigos, etc. Según estimaciones de la firma china Huawei, en esta fecha sólo el 10% de las conexiones totales serán entre humanos, el resto será entre máquinas y dispositivos de forma independiente.

Las administraciones públicas, por su parte, pueden ser un agente catalizador no solo en el impulso de los nuevos servicios sino en su papel de regulador en el despliegue de infraestructuras. Hay que tener en cuenta que actualmente existe una gran variedad de tecnologías de largo y corto alcance vinculadas a las smart cities que, en muchos casos, se superponen unas a otras⁵⁷. Por ejemplo, redes inalámbricas Wi-Fi, RF-Mesh, ZigBee y Z-wave que pueden representar un potencial impedimento para la correcta integración de los servicios que demandan las ciudades inteligentes. En este sentido, el 5G representa una buena oportunidad para ofrecer un entorno unificado y escalable que requiere de una gestión coordinada entre la industria y las administraciones públicas tanto a nivel nacional como local.

Si bien la madurez tecnológica y comercial de la 5G y por lo tanto el desarrollo masivo de esta tecnología se prevé en el horizonte del año 2020, es imprescindible tomar una serie de iniciativas regulatorias y de innovación que permitan experimentar las oportunidades de la 5G” se señala en el Plan Nacional 5G. “Durante este período de tiempo es necesario impulsar la adopción de estándares, identificar casos de uso, experimentar

⁵⁶ Global Sensors in Internet of Things (IoT) Devices Market, Analysis & Forecast: 2016 to 2022 https://www.researchandmarkets.com/research/bvgxvl/global_sensors_in#description

⁵⁷ Why IoT Needs 5G <https://spectrum.ieee.org/tech-talk/computing/networks/5g-taking-stock>



con las tecnologías y desarrollar los ecosistemas correspondientes”.

Las previsiones del impacto del 5G vislumbran como factible un escenario que hace una década parecía pura ciencia ficción: redes que dirigen de forma remota factorías de producción con escasa intervención humana, coches y autobuses autónomos y una suerte de sensores que controlan todos y cada uno de los eslabones de la cadena de valor de infinidad de sectores e industrias, desde la logística a la agricultura. Las posibilidades que aportarían las tecnologías 5G, junto con la robótica, la IA o el aprendizaje inteligente de las máquinas, pueden alcanzar tal magnitud que parte de la industria está convencida de que puede suponer a medio plazo una transformación del actual modelo productivo con su consiguiente Impacto económico

Un impacto que las estimaciones actualmente disponibles calculan que en 2035 podría alcanzar los 12.3 billones (millones de millones) de dólares. Cifra equivalente al consumo total que se realizó en los EE.UU. durante 2016. Entre los años 2020 y 2035, la contribución total estimada del 5G al PIB mundial será equivalente al de una economía del tamaño actual de la India, séptima economía más grande del mundo. No obstante, el efecto en las ventas y la actividad a lo largo de la cadena de valor, si bien es extremadamente grande y positiva, puede tener efectos compensatorios debido a las inversiones y gastos que de otro modo podrían haberse dado en otros sectores de la economía global.

Aunque los operadores sigan siendo los principales propietarios y administradores de la infraestructura de la red y se mantenga el grado de competencia, los proveedores de nuevos servicios serán de vital importancia. En el caso de los operadores es importante reseñar que el despliegue de las redes 5G requiere, como ha sucedido hasta la fecha, importantes desembolsos en inversiones. Pero frente a modelos anteriores en el nuevo ecosistema es la industria quien promocionará el uso compartido de redes. El uso compartido de redes, por tanto, se intensificará en la era 5G, dado el nivel de inversión necesario para gestionar la densificación de las redes a la que se enfrentarán las ciudades, superior al millón de elementos conectados por kilómetro cuadrado.

En este sentido aparecerán también nuevas redes formadas por drones, globos y satélites que fomentarán una conectividad ubicua y de alta calidad. Con todo ello habrá más modelos innovadores de compartición de infraestructura y espectro sujetos a posibles acuerdos comerciales. Como ya se percibía y anticipaba con el 4G, la nueva generación mobile puede representar para los operadores de telefonía móvil un paso más en su evolución estratégica al pasar de

proveedores de conectividad de alta velocidad a convertirse en facilitadores de los ecosistemas de próxima generación y proveedores de servicios de valor añadido.

Los proveedores de servicios de red (NSP) se orientarán a ofrecer nuevas variantes de formatos *'as a Services'* tales como Infraestructura como servicio (IaaS), Plataforma como servicio (PaaS) o Red como servicio (NaaS).

En cuanto al camino que aún falta por recorrer en nuestro país para que el 5G sea una realidad, el Ministerio de Energía, Turismo y Agencia Digital presentó en diciembre de 2017 el plan nacional de 5G⁵⁸, "que supone la hoja de ruta para situar a España entre los países más avanzados en el desarrollo de esta nueva tecnología". El Plan incluye un paquete de medidas para favorecer el desarrollo de la tecnología 5G en España, entre las que se encuentra la convocatoria de ayudas públicas para fomentar la puesta en marcha de proyectos piloto y soluciones tecnológicas innovadoras basadas en 5G.



⁵⁸ http://www.minetad.gob.es/es-es/gabineteprensa/notasprensa/2017/documents/plan_nacional_5g.pdf

7. Glosario

Backhaul: En una red de telecomunicaciones estructurada de forma jerárquica, el *backhaul* comprende los enlaces intermedios entre la red central, o red troncal, y las pequeñas subredes situadas en el “borde” de toda la red jerárquica.

Computación en la nube: Es la transferencia de procesos y datos a internet o una red compartida, en lugar de tenerlos almacenados en un gadget. La tecnología de “la nube” permite a los teléfonos correr aplicaciones que no están en el gadget sino en internet, siempre que exista una buena conexión de wi-fi.

Edge computing: tecnología de computación que permite que los datos recogidos por los dispositivos, por ejemplo en la IoT, se procesen más cerca de donde se crean en lugar de enviarlos a los centros de datos o a la nube. De esta forma se agiliza el flujo de tráfico desde dispositivos IoT y proporcionar análisis de datos locales en tiempo real.

eMBB (*enhance Mobile Broad band*) Servicios de acceso a internet de Banda ancha móvil que ofrecer una alta velocidad y capacidad, similares a las que pueden ofrecer redes fijas como la fibra óptica.

Espectro radioeléctrico: es el medio por el cual se transmiten las frecuencias de ondas de radio electromagnéticas que permiten las telecomunicaciones (radio, televisión, Internet, telefonía móvil, televisión digital terrestre, etc.). Al tratarse un bien de dominio público escaso es el

Estado el encargado de su administración que cede bajo licencias a los diferentes operadores que puján por diferentes bandas de frecuencias para ofrecer sus servicios a los usuarios y empresas.

GSMA es la asociación que aglutina a los operadores y compañías relacionadas con el sector mobile. Su función es dar apoyo para la estandarización, implementación y promoción del sistema de telefonía móvil GSM. Dispone de más de 1.100 socios, de los cuales 800 serían operadores. La GSMA también es la encargada de realizar eventos como el Mobile World Congress de Barcelona.

M2M (*Machine-to-Machine*): toda comunicación realizada entre máquinas, sea este cualquier dispositivo electrónico, robots, drones, automóvil, máquinas dispensadoras, electrodomésticos, motores, etc. En definitiva cualquier conexión que nos se realice de forma directa por un humano.

Resolución xK: La tecnología xK -en la actualidad va ya por 8K- es una mejora de la resolución de la imagen que integran los televisores, la cual es capaz de cuadruplicar la resolución que ofrece la Alta Definición.

RFID (*Radio Frequency Identification*) es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas o transpondedores. Se encuentra dentro de la tecnologías denominadas

Auto ID (*automatic identification*) y su uso fundamental es transmitir la identidad de un objeto, similar a un número de serie único, mediante ondas de radio.

Smart cities: La «ciudad inteligente» es un modelo de desarrollo urbano basado en la digitalización de servicios tanto públicos como privados con el objetivo de conseguir un entorno lo más eficiente y sostenible posible.

Slicing network: La segmentación o corte de red es un tipo de arquitectura virtual consistente en la partición de la red en elementos virtuales que pueden conectarse de extremo a extremo. Está basado en los mismos principios que se usan en las redes definidas por software (SDN) y la virtualización de funciones de red (NFV) en redes fijas.



○ Más de 27.000
puntos de
conectividad.

○ Infraestructuras
y servicios de
telecomunicaciones.

○ Infraestructuras
de difusión
audiovisual.

○ Smart cities,
Internet of Things
y Redes de Seguridad.

cellnex
driving telecom connectivity