

5G: la transformación de sectores clave

Cómo la tecnología 5G impacta en sectores clave como la salud, movilidad, utilities, agricultura y turismo

Una iniciativa de



red.es

Sobre ON5G

El Observatorio Nacional 5G (ON5G) es una iniciativa público-privada impulsada por Mobile World Capital Barcelona, la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales y Red.es con el objetivo de analizar el ecosistema 5G en España e identificar a sus principales actores, así como las iniciativas en desarrollo a nivel nacional e internacional. El ON5G comparte conocimiento a través de informes, mejores prácticas y eventos, todo ello para avanzar en la creación e impulso del ecosistema 5G en España

Una iniciativa de

**red.es**

Aviso legal y derechos de autor

Este informe ha sido elaborado por expertos independientes y dirigido por el Observatorio Nacional 5G. El contenido del informe representa las opiniones de los autores.

Reservados todos los derechos. Se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras y no se realice ninguna modificación de las mismas.

Madrid © Observatorio Nacional 5G 2021

Índice

1	Introducción	6
2	Sectores verticales clave para la tecnología 5G	10
3	Entidades contactadas sobre el uso de servicios 5G	14
4	Características de 5G en cada vertical	18
5	Uso del espectro radioeléctrico en sectores verticales	24
	Uso combinado de bandas de frecuencias 5G y otras bandas	27
	Acceso al espectro vía Operadores de servicios	28
	Problemática relacionada con el despliegue	30
6	Variedad de verticales y despliegues	34
	Expectativas de mercado 5G en los verticales	38
	Cadena de valor para servicios 5G en los sectores verticales	43
	Salud	45
	Automoción, Movilidad y Transporte público	49
	Infraestructuras de Energía, Agua, Gas	64
	Agricultura y agroindustria	67
	Turismo	70
	Educación	77
	Servicios Financieros	78
	Comercio	80
	Industria de la construcción	81
	Ciudades Inteligentes	82
7	Contribuciones de los operadores de telefonía móvil	84
8	Contribuciones de proveedores de tecnología	92
9	Anexos	104
	Fuentes de Información consultadas	105
	Carta de presentación y cuestionario	107
	Abreviaturas y acrónimos	114
	Agradecimientos	116



Introducción

Este Informe del Observatorio Nacional de 5G (ON5G) ha sido elaborado en base a contribuciones de entidades relevantes de los distintos sectores verticales y en particular de aquellos objeto de estudio en el 2020: **Salud, Automoción-movilidad, Energía-Agua-Infraestructuras, Agroindustrias y Turismo**. Al escoger este enfoque hemos querido dar esta vez voz destacada a la industria, tanto la de los verticales como la del sector de las Telecomunicaciones, y reflejar la experiencia de los numerosos pilotos 5G que se desarrollan en nuestro país. El informe cubre los siguientes aspectos:

- Revisión de consideraciones generales sobre espectro y disponibilidad de 5G para despliegue de servicios en los verticales.
- Identificación de los sectores clave para la explotación de la tecnología 5G y análisis de situación en los sectores verticales prioritarios para 2020. Se incluye definición y revisión de situación general de estos sectores en cuanto a explotación de la tecnología 5G.
- Se realiza igualmente una identificación de Entidades clave en cada uno de los sectores verticales priorizados para la confección del Informe.
- Análisis de respuestas de las Entidades Críticas y Relevantes en cada sector, mediante estudio de contestaciones aportadas a cuestionario específico. Se ha llevado a cabo una interacción con las Entidades críticas a fin de obtener su participación en el estudio y sus contribuciones. La evaluación de respuestas recibidas se ha utilizado para la confección de los correspondientes capítulos de cada vertical.
- Conclusiones sobre futuros análisis deseables que podrían dar lugar a mayor profundidad en algunos aspectos de la información recabada y que serían objeto de otros estudios ulteriores.

5G es la nueva generación de tecnología móvil, la cual continúa el desarrollo de las generaciones anteriores de tecnologías móviles 3G y 4G ampliando sus prestaciones y mejorando sus características. En este sentido, los sistemas 5G traen consigo nuevas posibilidades que incluyen mayor ancho de banda, mayor mayor fiabilidad y menor tiempo de espera o latencia, las cuales, en su conjunto, crean nuevas oportunidades de acceso inalámbrico para todo tipo de usuarios y diferentes necesidades de comunicación. Los servicios móviles de quinta generación son bastante diferentes a los servicios actuales de tercera y cuarta generación, ya que permiten llevar a cabo comunicaciones de gran fiabilidad y baja latencia (URLLC, Ultra Reliable Low Latency Communications), banda ancha móvil mejorada (eMBB, Enhanced Mobile Broadband Access), así como comunicaciones masivas tipo máquina (mMTC, Massive Machine Type Communications).

La siguiente figura relaciona las necesidades de velocidad de transmisión, equipos conectados y latencia en función de la característica principal de la red utilizada:

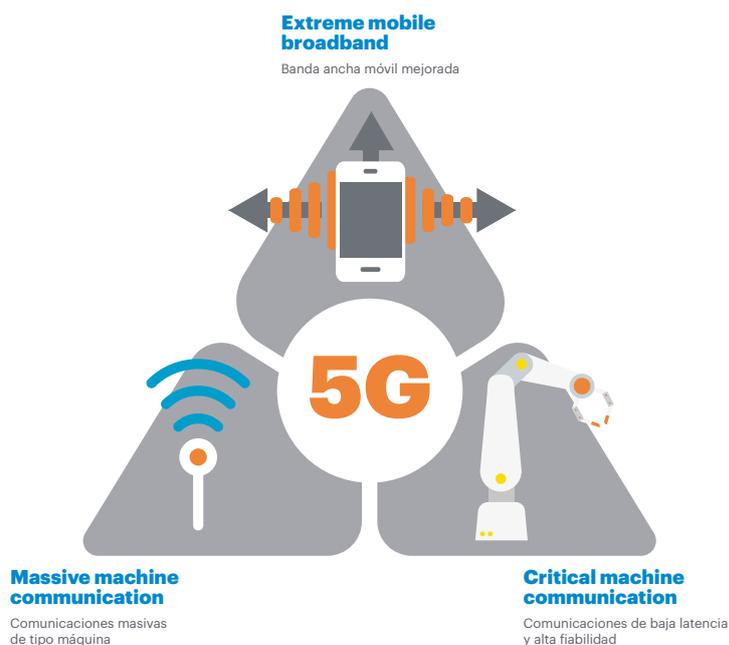


Ilustración 1. Características generales 5G

La estrategia de la Comisión Europea para el Mercado Único Digital (estrategia MUD)¹ y la Comunicación *Connectivity for a Competitive Digital Single Market: Towards a European Gigabit Society*² (Conectividad para un mercado único digital competitivo: Hacia una sociedad europea del gigabit) subrayan la importancia de las redes de muy alta capacidad, por ejemplo la 5G, como un activo fundamental para que Europa pueda competir en el mercado mundial. Se estima que los ingresos mundiales procedentes de la 5G pueden alcanzar el equivalente a 225.000 millones de euros en 2025³. Otra fuente indica que los beneficios de la introducción de la 5G en cuatro sectores industriales clave pueden alcanzar los 114.000 millones de euros al año⁴.

¹ La 5G debería ofrecer conexiones de datos muy por encima de los 10 gigabit por segundo, una latencia por debajo de los 5 milisegundos y la capacidad de explotar los recursos inalámbricos disponibles (desde wifi hasta 4G) y de manejar simultáneamente millones de dispositivos conectados

² <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/connectivity-european-gigabit-society>

³ <https://www.abiresearch.com/press/abi-research-projects-5g-worldwide-service-revenue/>

⁴ Estudio sobre los sectores de la automoción, sanidad, transporte y energía: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/study-identification-and-quantification-key-socio-economic-data-strategic-planning-5g>

En general, las redes 5G facilitarán:

- Banda ancha móvil de muy alta velocidad y capacidad, con velocidades en movilidad superiores a 100 Mbit/s y picos de 1 Gbps.
- Comunicaciones ultra fiables y de baja latencia, que pueden llegar a ser del orden de 1 milisegundo (ms) frente a 20-30 ms propios de las redes 4G. Esta condición le hace apropiadas para aplicaciones que tengan requisitos específicos en este ámbito, como el vehículo conectado o el autónomo, servicios de telemedicina, sistemas de seguridad y otros como la fabricación inteligente.
- Comunicaciones masivas tipo máquina a máquina (M2M).
- Internet de las cosas (Internet of Things, IoT). Se incrementará la capacidad para gestionar conexiones simultáneas, lo que permitirá, entre otras cosas, el despliegue masivo de sensores.
- Nuevas capacidades de la tecnología 5G.
- Alta densidad de dispositivos conectados.
- Recursos de computación en red.
- Comunicación en tiempo real.
- Virtualización de infraestructuras de red.

Se analiza en este Informe el binomio tecnología y servicios 5G en sectores verticales en el marco español con orientación en una serie de sectores verticales prioritarios: Automoción, Salud, Energía, Agroindustrias, Turismo.

2

Sectores verticales clave para la tecnología 5G

Desde el inicio de los desarrollos innovadores de la tecnología 5G, se consideró que una serie de sectores verticales serían los principales apropiadores iniciales de la tecnología y sus servicios. De este análisis global, sobre el cual 5G-PPP identificó cinco sectores inicialmente (Media, Energía, Salud, Automoción e Industria-Fábrica del futuro), las sucesivas experiencias y pilotos han ido incorporando otros sectores verticales, que para el caso de España y tras consulta con actores relevantes de los usuarios, beneficiarios, fabricantes de equipos, desarrolladores de aplicaciones y operadores, los principales son:

1. Media
2. Industria, fábrica del futuro
3. Automoción, movilidad, transporte
4. Salud, emergencias
5. Energía, agua, gas
6. Seguridad, emergencias
7. Agroalimentación, agroindustrias
8. Turismo
9. Transformación digital de servicios públicos y privados (educación, servicios financieros, comercio)
10. Ciudades y territorios inteligentes (industria de la construcción)
11. Mejora del 5G, investigación, demostraciones horizontales.

Los verticales 1 a 5 son los tradicionales iniciales identificados por CE y 5G-PPP. El vertical 6 se ha unido en proyectos y experiencias europeos y los verticales 7, 8 son netamente intereses de sectores relevantes en España. Los sectores 9 y 10 son transversales que pueden tener aplicación total o parcial en varios otros verticales. El caso 11 es más bien interno al 5G en la demostración y mejora de las funcionalidades.

La anterior clasificación surge tras explorar las actividades que se están llevando a cabo por los diferentes agentes de la cadena de valor 5G en los sectores verticales, bien por empuje de las industrias 5G, bien por intereses de los usuarios de cada sector vertical. No existe una lista única que sirva de referencia para toda la comunidad o industria 5G, sino que cada operador, fabricante o mercado enfoca sus esfuerzos en unos u otros sectores de acuerdo con la importancia económica, social o estratégica de dichos sectores.

De este análisis, se ha detectado que en la actualidad hay un entorno de empuje (Push) a los usuarios y beneficiarios en el mercado, es decir, una promoción desde los desarrolladores de la tecnología y los servicios (fabricantes de equipos, operadores y proveedores de servicios) hacia los usuarios y aplicadores de la tecnología en sus servicios. Gran parte de las entidades relevantes en cada sector vertical está en fase temprana de apropiación de la tecnología 5G y sus servicios asociados, a la expectativa de que se configuren nuevos servicios que ofrezcan aplicaciones clave.

La ilustración siguiente ofrece un panorama comparativo de aspectos relevantes, valores y barreras de cada sector vertical⁵.

Perspectivas evolucionadas sobre elementos facilitadores y barreras			
Sector	Valor	Barreras	Contexto
Salud	Enorme oportunidad en todos los perfiles de 5G	Regulación técnica	Fuerte evolución digital
Fabricación	Sector clave para 5G y su perfil URLLC	Desafío tecnológico e inversión	Demanda compleja, a la vez repartida entre players y concentrada en países
Energía	Crecimiento en la generación de energía	Reducción del alcance de petróleo y gas	Sector en plena transición de energías fósiles a verdes
Automoción	Conectividad y autonomía como principales facilitadores	Reto de cobertura, relativa inmadurez de la tecnología	Preocupación sobre seguridad y protección
Seguridad pública	Conectividad, análisis e identidad digital	Percepción pública	Demanda de servicios de seguridad
Media	Nuevas formas de consumo y monetización de contenidos	Falta de conocimiento sobre el potencial de la tecnología	El consumo online ha roto los ecosistemas tradicionales
Servicios financieros	Nuevas oportunidades de servicios	Ciberseguridad	Sector en transformación disruptiva, 'unbundling'
Transporte público	Eficiencia, seguridad, descenso de la contaminación y del tráfico	Reto de cobertura, relativa inmadurez de la tecnología	Crecimiento de tráfico masivo de personas y mercancías, transición energética
Comercio	Nuevos modelos para el comercio	Hiper-personalización del cliente y la oferta	Sector en plena disrupción
Agricultura	Automatización y control remoto	Resistencia a tecnologías disruptivas	Tecnificación, transición ecológica y de consumo

Ilustración 2. Perspectivas evolucionadas sobre elementos facilitadores y barreras

⁵ Estudio de Ericsson y Arthur D. Little

Según estudios de Ericsson y Arthur D. Little sobre el mercado potencial de tecnologías 5G y servicios asociados, los servicios mejorados de video constituyen la herramienta tecnológica con más expectativas de servir a varios sectores. En este ranking están otro conjunto de funcionalidades del 5G con una expectativas de generación de mercado realmente muy relevantes.

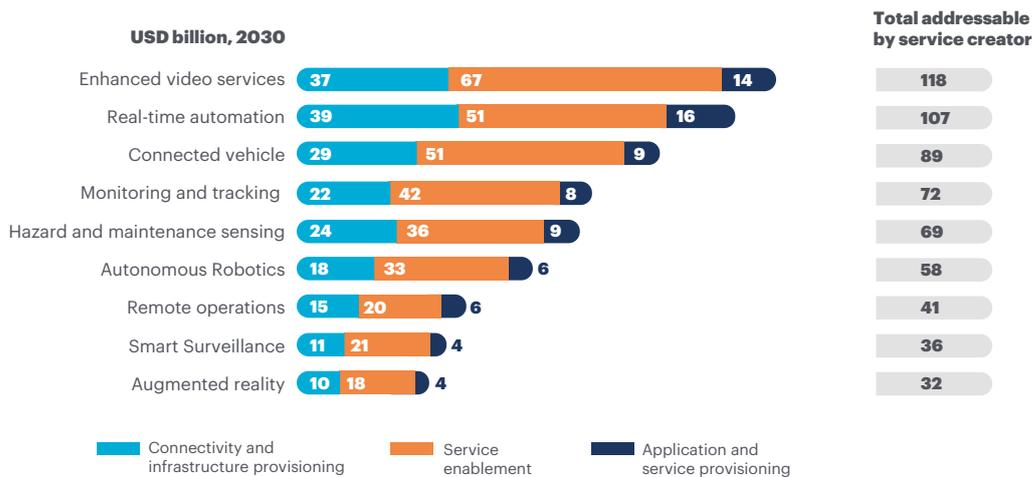


Ilustración 3. Expectativas de volumen de mercado por funcionalidades tecnológicas 5G, Fuente: Ericsson y Arthur D. Little

Según este análisis de expectativas de mercado, existe un alto potencial de las funcionalidades tecnológicas del 5G para que sean explotadas en servicios y aplicaciones de los proveedores de soluciones y operadores de servicios de comunicaciones electrónicas, siendo:

- Los sectores de salud, industria, energía y automoción los que representan los mercados potenciales más importantes
- Todas las tecnologías y funcionalidades tecnológicas constituyen importantes valores grupales capaces de ser aplicados en varios sectores, servicios y aplicaciones, con diferentes barreras de entrada para cada caso concreto.

3

Entidades contactadas sobre el uso de servicios 5G

En base a la relevancia de la Entidad en su sector y considerando su actividad en proyectos e iniciativas en marcha relacionadas con la tecnología 5G, se ha confeccionado la tabla siguiente de Entidades relevantes que pueden impulsar y contribuir a la apropiación de la tecnología 5G. Se han resaltado las entidades que parece que serán críticas en la fase de apropiación y adopción de la tecnología en tanto que ya hayan iniciado sus primeras etapas de incorporar el 5G o porque su capacidad e influencia como prescriptores en su sector determinarán la evolución y velocidad de adopción de la tecnología y sus servicios y aplicaciones por ellas mismas así como por otras entidades del sector, incluso competidores.

Salud	
Instituto Salud Carlos III	HM Hospitales
Hospital Clinic Barcelona	SAMUR Madrid
Instituto Global de Salud Barcelona	SESPAS
Automoción, movilidad	
SEAT	CINFO
Metro de Madrid	INECO
EMT MADRID	PSA
FICOSA	CTAG
RENFE	SERNAUTO
Asociación Española Carretera	ANFAC
SICE	Ametic – Think Tank movilidad sostenible
Energía, Agua e Infraestructuras	
REE	Canal Isabel II
Aguas de Barcelona	ADIF
UDF distribución electricidad	IBERDROLA
Magallanes Renovables	CEPSA
Enagas	Aqualia
Agroindustrias	
FIAB	Cooperativas agro-alimentarias
ADESVA–Centro Tecnológico Agroindustria Lepe	KAAM CLM /Albacete
Cooperativas agro-alimentarias Castilla-La Mancha	HISPATEC

ESRI	
Turismo	
SEGITTUR	TURISTEC (AnySolution)
Instituto Tecnológico Hotelero - ITH	Pastview
Reales Alcazares Sevilla – Consorcio Turismo Sevilla	Balearia
Palacio Congresos y Exposiciones de Sevilla (FIBES)	
Otros organismos, sector público, ayuntamientos	
Observatorio Europeo 5G	Ayuntamiento de Madrid
Ayuntamiento de Barcelona	Alcobendas
Málaga	Talavera de la Reina
Segovia	Albacete
Sevilla	Huelva
Centros de Investigación	
CTTC	I2CAT
UC3M	Networld
Planetic	Networld SME
Operadores, proveedores de tecnología, asociaciones industriales	
Telefonica	Ericsson
Vodafone	Nokia
Orange	Huawei
Masmovil	Samsung
Cellnex	Ametic
Deutsche Telekom	DigitalEs

Ilustración 4. Identificación de actores relevantes y críticos en sectores verticales en España

Además de los sectores iniciales identificados en el Informe, y tal como se indica en el capítulo introducción, los siguientes sectores son igualmente relevantes en España, como prescriptores indirectos o apropiadores tempranos de la tecnología. Se indican algunas entidades que podrán ser objeto de análisis ulterior más detallado.

- Media
- Industria, fábrica del futuro
- Seguridad, emergencias
- Media
- Transformación digital de servicios financieros, educación y comercio
- Mejora del 5G, investigación, demostraciones horizontales.

4

Características de 5G en cada vertical

Se analizan en este capítulo dos aspectos críticos sobre la demanda de características de las redes y servicios 5G desde el punto de vista de las necesidades que demandan los sectores verticales: la conectividad de los verticales a las redes y servicios 5G y la posibilidad de uso de espectro específico para los servicios 5G.

La Asociación Pública-Privada de Infraestructura 5G (5G-PPP) ha identificado 5 verticales, como se ha indicado anteriormente: automoción, energía, entretenimiento, industria y salud. Dentro de cada uno de estos verticales se han identificado una serie de casos de uso. Con el fin de caracterizar las necesidades de cada uno de estos casos de uso, el 5G-PPP ha definido siete indicadores o parámetros críticos:

- **Velocidad de transmisión:** tasa binaria necesaria para el correcto funcionamiento del caso de uso. La vertical más exigente en este sentido es la del Entretenimiento con valores del orden de Gbps.
- **Movilidad (velocidad):** máxima velocidad relativa con respecto a la que la fiabilidad de la comunicación. En este caso, las verticales más exigentes son automoción y salud, con 500 km/h.
- **Latencia:** tiempo máximo desde que un paquete de datos es generado en la fuente hasta el instante en el que es recibido en el destino. Tiene en cuenta el tiempo de subida a la red y el de bajada hacia el receptor. La Industria es el vertical más exigente con requisitos de latencias de 100µs a 10 ms.
- **Densidad:** máximo número de dispositivos (o vehículos) por unidad de área que pueden ser servidos por la red, aunque no transmitan simultáneamente. La Industria (fábrica) es el vertical más exigente con densidades superiores a 100 equipos /m².
- **Fiabilidad:** máximo número de paquetes perdidos tolerable a nivel de aplicación dentro de la latencia máxima para esa aplicación. El vertical de salud lidera este ranking con un requisito de fiabilidad del 99,99999%.
- **Posicionamiento:** máximo error de posicionamiento tolerado por la aplicación. La automoción lidera este ranking con 0,3 m.
- **Cobertura:** área o población para la que la aplicación debe funcionar correctamente, bajo determinados requisitos de velocidad de transmisión, latencia, densidad, etc.

Cada uno de estos indicadores es etiquetado con un número para cada uno de los casos de uso identificado. Este número tiene el significado siguiente:

- **0:** Sin requisitos
- **1:** Bajo nivel de requisito
- **2:** Nivel medio que puede ser satisfecho con los sistemas actuales
- **3:** Alto nivel, que está al límite o no puede ser satisfecho con los sistemas actuales.
- **4:** Nivel muy alto de prestaciones, llegando al límite del 5G definido por el 5G-PPP.

Si bien en el documento 5G-PPP “5G, empowering vertical industries” se aporta una primera clasificación del nivel de requisitos, este Informe ha contrastado dichos niveles con la opinión de los actores españoles y ha complementado la tabla inicial del 5G-PPP añadiendo valoración de nivel de requisitos también para los sectores de automoción, energía, agroindustrias y turismo. Como resultado se ha confeccionado la tabla siguiente, que incluye valoración de requisitos para todos los sectores verticales del estudio.

Caso de uso	High Bitrate	High Speed	Low Latency	High Density	High Reliability	Precise Positioning	High Coverage
Salud							
Gestión de intervenciones y activos en el hospital	2	2	3	3	2	4	3
Robotización	4	1	4	1	4	1	2
Monitorización remota	3	4	2	4	3	2	4
Medicación smart	2	3	2	4	3	3	3
Atención a personas mayores	2	3	3	4	4	3	3
Automoción y Movilidad							
Conducción autónoma	2	4	4	4	4	4	4
Compartir visión	3	4	3	4	3	3	4
Vista de pájaro	3	3	3	4	3	3	3
Digitalización del transporte y la logística	4	4	4	4	4	4	4
Información en/de la carretera	3	4	2	4	2	2	4
Corredores en UE	2	4	4	4	4	4	4
Utilities, Energía-Agua-Infraestructuras							
Red de acceso	1	1	1	3	2	0	4
Red troncal	2	1	2	1	3	0	3
Red de transporte	3	1	4	1	4	0	3
Mantenimiento con VR	3	3	3	1	3	3	4
Agricultura y agroindustria							
Control de autómatas	3	4	3	4	2	4	4
FWA	3	3	2	3	2	2	3
Robótica	4	1	4	1	4	4	2
Vista de pájaro	3	3	3	4	3	3	3
Internet	2	1	1	2	2	1	3
Teleformación	2	1	1	2	2	1	3
Telemedicina	2	1	1	2	2	1	3

Turismo							
Feria aumentada, Realidad aumentada	3	3	3-4	1-3	3-4	2-3	2-3
Feria conectada	3	4	2	1	4	1	2
Time-travel	3	3	3	3	3	3	3
Vídeo volumétrico	3-4	3-4	4	1-4	4	2-4	2-4
Traducción en tiempo real	4	4	4	4	4	4	4
Eventos inmersivos	3	3	3	3	3	3	3
Entradas virtuales	2	2	2	2	2	2	2
Experiencias inmersivas, realidad virtual	3-4	3	4	1-2	2-4	2-4	2-4
Streaming Vídeo 360 (concierto)	3	2	4	2	3	2	3
Streaming Vídeo 360 (fórmula 1)	3	4	4	2	3	2	3
Ciudades y territorios inteligentes							
Retransmisión de eventos	3	4	4	1	4	1	2
Parking automático	3	3	4	2	4	4	2
Descarga masiva de contenidos	3	3	2	1	1	1	1
Supermercados con AR	3	3	4	1	4	2	2
Transformación digital de los servicios							
Orden de trabajo mejorada	3	3	4	1	4	2	2
Digital twin	3	3	4	1	4	2	2
Aprendizaje virtual	3	3	4	1	3	2	2

Ilustración 5. Relación entre características 5G y casos de uso por verticales⁶

⁶ Las inserciones en color provienen de contribuciones de los actores españoles consultados. Las valoraciones en negro corresponden al ranking inicial confeccionado por GSMA-Empowering verticals.

Entre las funcionalidades anteriores del 5G y su relevancia para cada caso de uso, los distintos sectores verticales han señalado la funcionalidad de cobertura como un elemento esencial. En este sentido, los sectores de la automoción-movilidad-transporte y agroalimentación-agricultura han identificado a la prestación de cobertura de disponibilidad de servicios 5G como el elemento crucial para ser capaces de prestar un mínimo servicio homogéneo en sus mercados respectivos.

5

Uso del espectro radioeléctrico en sectores verticales

Aunque el objeto principal de este Informe no se centra en los asuntos derivados del espectro radioeléctrico, algunos aspectos relativos al despliegue de servicios 5G en sectores verticales tienen una componente de análisis y de impacto sobre el uso del espectro radioeléctrico que se analiza brevemente en este capítulo. Es importante notar que el espectro radioeléctrico identificado para aplicaciones 5G cubre una amplia gama de frecuencias con distintas características de propagación radioeléctrica y penetración en interiores, por lo que cada aplicación o sector puede requerir la explotación de unas bandas específicas de frecuencias. Las bandas de frecuencias sobre las que se desarrollan servicios 5G en las etapas iniciales y avanzadas se resumen en la siguiente tabla.

Bandas 5G iniciales	Bandas 5G y 4G susceptibles de incorporarse a 5G	Ancho de banda disponible
700 MHz (Ondas decimétricas)	(703-733 - 758-788 MHz)	60 MHz
3,5 GHz (Ondas centimétricas)	(3,4-3,8 GHz)	400 MHz
26 GHz (Ondas milimétricas)	24,25-27,5 GHz	3.250 MHz
800 MHz 900 MHz 1800 MHz 1900 MHz 2100 MHz 2600 MHz	(832-862 - 791-821 MHz) (880-915 - 925-960 MHz) (1710-1785 - 1805-1880 MHz) (1900 - 1920 MHz) (1920-1980 - 2110-2170 MHz) (2500 - 2570 - 2620- 2690 MHz FDD y 2595 - 2615 MHz TDD)	60 MHz 70 MHz 150 MHz 20 MHz 120 MHz 160 MHz
Bandas altas (Ondas milimétricas)	37,0-43,5 GHz 45,5-47,0 GHz (nacional) 47,2-48,2 GHz (nacional) 66,0-71,0 GHz.	6.500 MHz 1.500 MHz 1.000 MHz 5.000 MHz

Ilustración 6. Resumen general de Bandas de frecuencia 5G

Analizando la tabla anterior, puede notarse que la cantidad de espectro en la que podrán desplegarse servicios 5G en el corto plazo pasará de un ancho de banda de servicios 4G con 590 MHz aproximadamente a un ancho de banda de más de 3.710 MHz en el corto-medio plazo. Esta cantidad de espectro podrá verse aumentada en más de 17.000 MHz en el medio-largo plazo y en ampliaciones adicionales de 1.300 MHz en el largo plazo. De aquí el enorme potencial y relevancia en la explotación del espectro para nuevos servicios con la tecnología 5G y las tremendas posibilidades tecnológicas que se abren con la implantación de nuevas aplicaciones 5G.

La cuestión de la capacidad de cada banda de frecuencias es importante. Según la tabla anterior, se aprecia comparativamente el mayor ancho de banda disponible en las bandas altas (milimétricas)

En la Ilustración 5 puede comprobarse que determinados casos de uso 5G son muy exigentes en su demanda de tasa binaria de bits y de cobertura. Además, la tecnología y la regulación pueden ofrecer una flexibilidad novedosa en la manera en la que las compañías acceden al espectro. Se identifican 4 modalidades según las cuales el usuario de una vertical (vehículos conectados, salud, turismo, agroindustrias, etc.) podrá en el futuro acceder al espectro para disfrutar de servicios 5G:

- **Modalidad 1: caso tradicional.** La conectividad 5G es ofrecida de manera estándar por un proveedor de red móvil a sus clientes de los verticales, de manera similar a lo que ocurre hoy en día.
- **Modalidad 2: distintas funcionalidades sobre una misma red.** Gracias al slicing, los usuarios de un vertical definen las características que debe tener la sub-red que le ofrece un proveedor de red. El proveedor de red es capaz de ofrecer distintos servicios y distintas funcionalidades a sus clientes en una misma zona geográfica soportados por una única red 5G. Este caso supone que el usuario del sector vertical tiene en cierto modo un espectro virtual que el operador de red le ofrece con una determinada calidad y disponibilidad a modo de una red exclusiva aunque virtual.
- **Modalidad 3: mercado secundario de espectro.** El espectro obtenido a nivel nacional por parte de un proveedor de red es cedido a un representante de un vertical en un ámbito geográfico local. El representante del vertical se encarga de establecer su propia red privada 5G para su propia operativa. Este escenario podrá requerir algún desarrollo regulatorio que facilite la implementación de esta modalidad.
- **Modalidad 4: espectro destinado a verticales.** Se reserva una porción de espectro para ser utilizado en exclusiva por algún vertical, generalmente con un ámbito geográfico local. En Alemania se está haciendo uso de esta modalidad.

En la siguiente tabla se ofrece una impresión general aproximada y muy inicial sobre estimaciones de anchos de banda necesarios por cada vertical y las posibles bandas de frecuencias mejor adaptadas. Esta tabla será objeto de mayor precisión y análisis, probablemente con mayor granularidad de requisitos para cada caso de uso dentro de cada sector vertical, una vez que las experiencias de los proyectos piloto arrojen conclusiones al respecto de los servicios y la gestión de los mismos en cada caso de uso, en relación con las canalizaciones utilizadas y bandas de frecuencias.

Se propone la siguiente tabla, como escenario de partida, para facilitar el seguimiento futuro de la evolución de las necesidades de espectro en los verticales y las capacidades usadas o necesarias.

Sectores Verticales	Ancho de banda objetivo (MHz)	Bandas de frecuencias 5G probables de uso		
Media	80 - 100	700		
Industria	80 - 100		3,5	26
Automoción, Movilidad - Transporte	40 - 80	700	3,5	
Salud	80 - 100		3,5	26
Energía, Agua, gas	40 - 80	700	3,5	
Seguridad	40 - 80		3,5	26
Agroindustrias	20 - 40	700		
Turismo	40 - 80	700	3,5	26
Transformación digital (educación, servicios financieros, comercio, industrias construcción)	80 - 100	700	3,5	26
Ciudades y territorios inteligentes	80 - 100	700	3,5	26
Mejoras, I+D+i, pilotos	20 - 100	700	3,5	26

Ilustración 7. Relación entre casos de uso de verticales y frecuencias

Uso combinado de bandas de frecuencias 5G y otras bandas

Además de las bandas de frecuencias anteriormente descritas, licenciadas para servicios de comunicaciones electrónicas y candidatas para la implementación de la tecnología 5G, en algunos sectores verticales dicho espectro puede complementarse con espectro adicional en ciertas bandas no licenciadas o de uso común, como por ejemplo, el sector de la automoción que considera que una parte de sus servicios innovadores se prestarán en las bandas conocidas como Servicios y Sistemas de Transporte Inteligentes - STI (ITS en inglés). Estos servicios tienen armonizado su uso en las bandas de 5875 – 5905 MHz y de 63-64 GHz⁷.

De conformidad con la Decisión de la Comisión 2008/671/CE, los sistemas de transporte inteligentes (STI) en relación a la información y seguridad en el transporte por carretera, disponen de la banda de frecuencias 5875-5905 MHz para su funcionamiento. Los transmisores de estos sistemas tendrán una potencia máxima de 33 dBm (p.i.r.e.), la densidad espectral de potencia máxima será de 23 dBm/MHz (p.i.r.e.) y dispondrán de sistemas de control de potencia con un margen de 30 dB con el fin de optimizar el acceso y

⁷ Véase la Nota Nacional UN-144 en el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias

ocupación del canal, según características técnicas indicadas en la Decisión ECC/DEC(08)01. La norma técnica de referencia es el estándar ETSI EN 302 571 en la banda de 5,8 GHz.

Adicionalmente, conforme a la Decisión ECC/DEC(09)01, referente a otras componentes de la aplicación STI, se dispone también para esta aplicación la banda de frecuencias 63-64 GHz, en la cual el límite de potencia máxima es 40 dBm (p.i.r.e.). La norma técnica de referencia es el estándar ETSI EN 302 686 en la banda 63-64 GHz. El uso común de esta utilización no garantiza la protección frente a otros servicios autorizados ni puede causar perturbaciones a los mismos.

En consecuencia, los sistemas de transporte inteligente podrían hacer uso combinado de espectro disponible en banda 5,9 GHz junto a servicios que podrían prestarse vía el espectro de las bandas 700 MHz, 3,5 GHz y 26 GHz.

Este mismo esquema de uso combinado de espectro 5G y espectro adicional de acceso común podría ser llevado a cabo por otros sectores que, particularmente en entornos limitados, pudieran hacer uso de las bandas de acceso común no licenciadas. Aunque esta operación mixta está siendo analizada por algunos verticales, las necesidades de despliegue de red y aseguramiento de disponibilidad de red en amplias zonas de cobertura no están aún resueltas.

Acceso al espectro vía Operadores de servicios

Si bien el escenario normal por defecto es que los usuarios de servicios 5G en sectores verticales contraten sus necesidades de conectividad con los operadores de servicios de comunicaciones electrónicas, algunos sectores verticales han manifestado su interés en poder acceder directamente a partes del espectro 5G y hacerse cargo del despliegue de sus propias redes.

Este escenario está ocurriendo en Alemania, en particular para el sector de la automoción. Los usuarios de los sectores verticales en España no han manifestado una opinión firme en cuanto a su interés en acceder directamente al espectro 5G y gestionarlo por ellos mismos, probablemente a la espera de resultados e indicadores de éxito en otros mercados (principalmente, el alemán) donde sí se está organizando este acceso directo, así como analizando las demandas de capital en cuanto a despliegue de redes propias. Debe tenerse en cuenta que los operadores de servicios de comunicaciones electrónicas en España tienden a mecanismos y escenarios de compartición de redes e infraestructuras, habida cuenta de alto CAPEX requerido para despliegue de red, el cual será aún más relevante, en las bandas de frecuencias centimétricas y milimétricas, por cuanto la cobertura conseguida por cada célula es menor.

En este debate que se produce en Alemania, se ha recabado la opinión del operador Deutsche Telekom (DT), quien manifiesta que las necesidades de los sectores verticales pueden satisfacerse mediante esquemas y mecanismos de paquete de herramientas como: mercado secundario de espectro, uso de bandas de frecuencias de uso común o uso de otras bandas de frecuencias distintas a las previstas para 5G.

Las siguientes medidas han sido apuntadas por el operador alemán y han sido objeto de debate en la reciente Conferencia Europea del Espectro, organizada por el Forum Europe, en Junio 2020:

- Mercado secundario mediante incentivos de licencia:
 - Inclusión de obligaciones en la licencia en determinadas bandas de frecuencias.
 - Adición de una obligación de arrendamiento en áreas locales o regionales definidas (como hizo Finlandia para 3,4-3,8 GHz)
- Bandas alternativas para verticales que no son las bandas principales 5G, sino que están en el ecosistema en otras regiones (pore ejemplo: 3,8-4,2 GHz según lo propuesto en Reino Unido y Bélgica).
- Uso adicional de espectro sin licencia.
 - Varias empresas verticales han hecho uso de la banda de 5 GHz y la tecnología LTE para automatizar completamente sus instalaciones.
 - Las necesidades verticales deben evaluarse para considerar si algunas de sus necesidades pueden ser satisfechas por bandas sin licencia, antes de considerar otras alternativas.

En general existe consenso en el sentido de que sería deseable una coexistencia de diferentes servicios en una determinada banda de frecuencia, de hecho, varios verticales utilizarán frecuencias en las mismas bandas o mismo rango, sin que fuera posible segmentar complementamente espectro asignado en exclusiva para cada sector vertical. En este sentido, será necesario que las distintas redes 5G en una determinada banda de frecuencias puedan ser sincronizadas, en tanto que será difícil que pudieran coexistir servicios públicos 5G de muy alta velocidad conjuntamente con otros servicios de muy baja latencia en determinadas zonas industriales, por ejemplo. Este requisito de la sincronización de redes 5G será un reto importante que se complicaría por la mezcla y operación simultánea de redes comerciales e industriales.

Considerando que prácticamente todos los sectores verticales demandarán espectro en las tres bandas 5G, por cuanto sus diferentes necesidades y complementarias prestaciones (cobertura, capacidad, etc.), es de prever que cada sector vertical necesite acceso a capacidad 5G en varias de las bandas. Además, cuando la necesidad requiera de un acceso garantizado exclusiva, la mejor alternativa podría basarse en la funcionalidad de Network Slicing del 5G, de tal manera que cada sector vertical en cada banda de frecuencias pueda tener una red virtual en exclusiva con funcionalidades 5G. Este esquema, sujeto a otros resultados que puedan derivarse de las pioneras experiencias en marcha en algunos países, evitaría el riesgo de fragmentación de espectro continuo, que será clave para la explotación óptima de las capacidades de la tecnología 5G.

Problemática relacionada con el despliegue

En la siguiente tabla se resumen los aspectos más relevantes relativos a la problemática de despliegue de redes 5G, los cuales fueron objeto de más amplio análisis en el Informe sobre regulación, normalización técnica y despliegue de redes, que realizó el Observatorio Nacional 5G en 2019.

Disponibilidad de espectro en capacidades suficientes para prestación de servicios banda ancha.

Es importante la disponibilidad de canales contiguos a cada operador de tal manera que se optimice la disponibilidad de espectro en la mayor cantidad de ancho de banda contiguo.

Balance de disponibilidad de espectro en bandas por debajo de 1 GHz, entre 1 y 6 GHz y por encima de 6 GHz y

La planificación de bandas con distintas características de propagación y prestaciones de servicio se debe tener en cuenta a la hora de definir los tipos de servicios que se podrían prestar en cada una de las bandas de frecuencias y su uso simultáneo o progresivo. Los operadores han de prepararse para ofertar espectro combinado a clientes de los sectores verticales que demandarán accesos en distintas bandas de frecuencias.

Coordinación Experiencias Internacionales

La compartición de información al respecto de las experiencias de despliegue en cada Estado Miembro y tomando también resultados de las experiencias en otros países del mundo de referencia en cuanto a redes 5G, será importante a efectos de optimizar los éxitos y la eficiencia en la puesta en explotación de redes 5G. Esta compartición es aplicable tanto para cuestiones relacionadas con la asignación de espectro como para las cuestiones relacionadas con la consecución de masas críticas de servicios y aplicaciones en determinados sectores verticales.

Brecha / discriminación 5G

Aunque es una problemática general de todo nuevo servicio, la complejidad e innovación que supone la tecnología avanzada 5G abre un riesgo serio de posible brecha o discriminación entre los usuarios / sectores que tendrán acceso y los que no podrían disponer de redes en períodos de tiempo razonables. La combinación de tecnologías e infraestructuras de radiocomunicaciones deberá ser un factor relevante a efectos de conseguir la mayor armonización de despliegue que mantenga equilibrio en cuando a la disponibilidad de nuevos servicios 5G en cada sector vertical.

Regulación local

Será necesario coordinar la regulación nacional con la regulación local teniendo en cuenta la singularidad y especificidad del despliegue de redes 5G y tomando en consideración la normativa desarrollada para los despliegues previos de redes 3G y 4G. La adopción de recomendaciones y resoluciones a nivel europeo, como por ejemplo, mecanismos para facilitar el despliegue de antenas pequeñas en entornos urbanos, debería implementarse con certidumbre legal para operadores.

Coste de equipamiento y puntos de acceso

La masificación y normalización técnica de las soluciones industriales redundará en facilitar el acceso a los servicios 5G por mayor número de usuarios individuales, colectivos o empresariales.

Compra Temprana

Coordinación entre compradores del sector público en determinados sectores (salud, seguridad, movilidad transporte público) supondría un empuje en la adopción de la tecnología en fases más tempranas.

La disponibilidad de espectro aprovechando decisiones de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2019

Este aspecto es relevante en tanto que influirá en la capacidad de espectro disponible en el medio y largo plazo por lo que la hoja de ruta de despliegue de redes 5G ya incorpora el refrendo de disponibilidad de la banda de 26 GHz armonizada a nivel mundial, además de otras bandas más altas e incluso nuevas bandas que podrían añadirse en la CMR del 2023.

Disponibilidad de normas técnicas 5G

Si bien la disponibilidad de normas técnicas es un valor relevante en cualquier tipo de servicios de radiocomunicaciones, en el caso de los servicios y aplicaciones 5G será muy importante la optimización industrial de los equipos y la consecución de equipamientos a precios asequibles para los distintos grupos de usuarios, habida cuenta de la posible fragmentación que podría producirse por la explotación de servicios y aplicaciones a sectores verticales muy distintos.

Aplicaciones en sectores con mercados, requisitos y necesidades específicas

La tecnología 5G y las redes que la soportarán se utilizarán en varios sectores verticales de tracción prioritaria en la utilización del estándar que podrían tener desfases y requisitos, necesidades, prestaciones, etc., muy dispares. Será importante explotar las sinergias de cada uno de los sectores a fin de masificar y reducir costes. La diversificación de mercados es un atractivo en cuanto a ampliación del mercado global para 5G, pero a su vez puede suponer un riesgo de fragmentación.

Innovación en cada sector vertical

Existe actividad variada de muchos proyectos innovadores en distintas partes del mundo que requerirán convergencia en favor de los intereses de los usuarios y explotación al máximo de las sinergias entre servicios y aplicaciones para los distintos sectores verticales.

Coste y financiación del despliegue de redes 5G

Las cantidades necesarias para adquirir espectro y para despliegue de redes son muy importantes e influirán en la velocidad de despliegue, accesibilidad de los servicios a mayor número de usuarios y ampliación de cobertura. La financiación de las redes 5G será aspecto crítico en la estructura financiera del balance de los operadores de servicios de comunicaciones electrónicas.

Integración de tecnologías en el despliegue de redes

Las sinergias con la integración con redes de fibra y sistemas satelitales donde las prestaciones y requisitos de los servicios así lo permitan serán elemento de consideración de cara a la eficiencia en los despliegues. Será de particular importancia conseguir la combinación seamless de servicios a través de varias redes con el fin de lograr la cobertura más amplia posible. La combinación de la red española de fibra óptica, pionera en el mundo, con el complemento de los consolidados sistemas satelitales geoestacionarios y nuevas redes de satélites no geoestacionarios deberían considerarse para asegurar una implantación universal de los servicios 5G en el más corto plazo posible.

Entre los aspectos más relevantes que influyen en el despliegue de redes, el coste de la infraestructura es muy importante. Estudios llevados a cabo por BBC y DT⁸ comparan las necesidades de inversión (CAPEX) con respecto a dos casos: frecuencias de operación 700 MHz y 3,5 GHz. Mientras que el capital requerido relativo sería de un 100% en la banda de 700 MHz consiguiendo células entorno a 10 km de cobertura, en la banda de 3,5 GHz el nivel de inversión sería de un 675% con respecto a la banda de 700 MHz, consiguiendo células de cobertura entorno a 3,9 km.

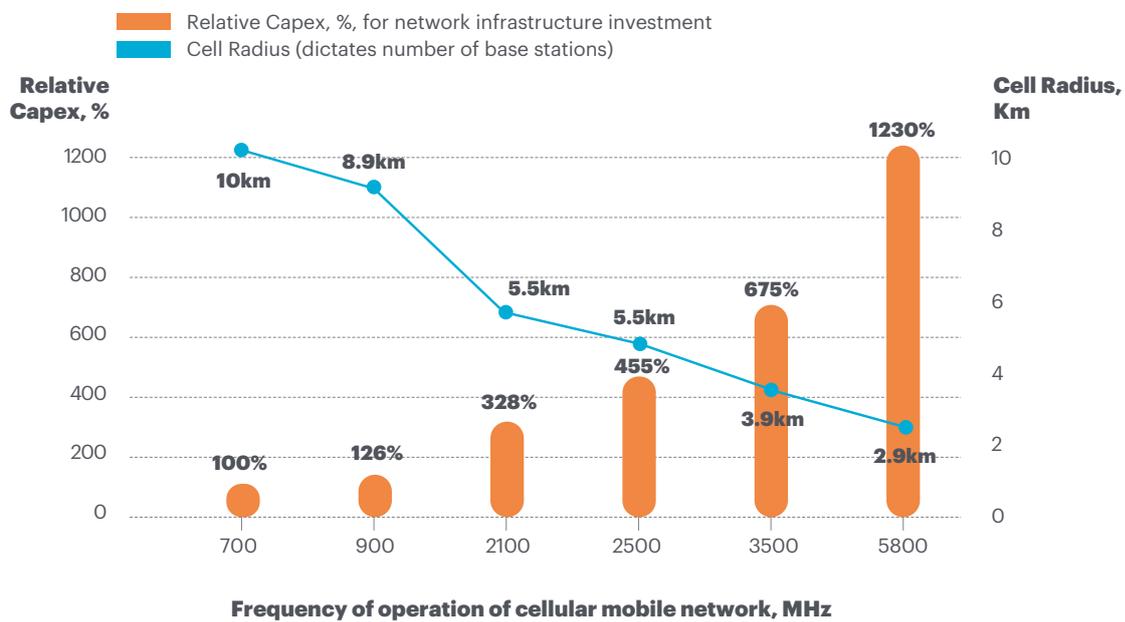


Ilustración 8. Comparación requisitos de inversión y radio de cobertura

⁸ Estudios llevados a cabo por BBC RD y presentados en la Conferencia Europea del Espectro por Deutsche Telekom.

6

Variedad de verticales y despliegues

En la siguiente figura puede observarse que cada uno de los distintos verticales precisa diferentes características de la red⁹. Este primer gráfico es el correspondiente al análisis preliminar realizado por 5G-PPP en su documento sobre Fortalecimiento de Verticales¹⁰. Es notorio que, tal como se ha presentado en el capítulo 4.1, los requisitos funcionales para cada sector vertical son diferentes. Por ejemplo:

- en las industrias del futuro hay procesos que dependen críticamente de la latencia y multitud de dispositivos contactados;
- en el vertical de salud, la calidad de las imágenes médicas será clave de cara a la monitorización remota;
- la conducción asistida o autónoma presenta desafíos como un inmenso flujo de datos continuo y la necesidad de disponer de cobertura en el 100% de las localizaciones o rutas de interés.
- la automoción también demanda amplia cobertura y descarga-tráfico de datos con muy baja latencia; el entretenimiento en los vehículos demanda como 500 Mbps;
- la agricultura requiere amplia cobertura y suficiente ancho de banda como para navegación y bancos de datos, gestión de sensores IoT, precisión en el posicionamiento, etc.;
- puertos y aeropuertos requieren ambos, cobertura y ancho de banda, de manera flexible para gestionar su logística, así como redes seguras;
- el turismo demanda disponibilidad de redes públicas para los visitantes y redes privadas para la gestión y logística;

⁹ Adicionalmente a los verticales identificados por el 5G-PPP, se incluyen en este informe otros verticales identificados en la fase de consulta a actores relevantes

¹⁰ 5G-PPP: 5G empowering vertical industries

La siguiente figura ofrece un resumen-panorámica general de algunos de los verticales iniciales del 5G-PPP.

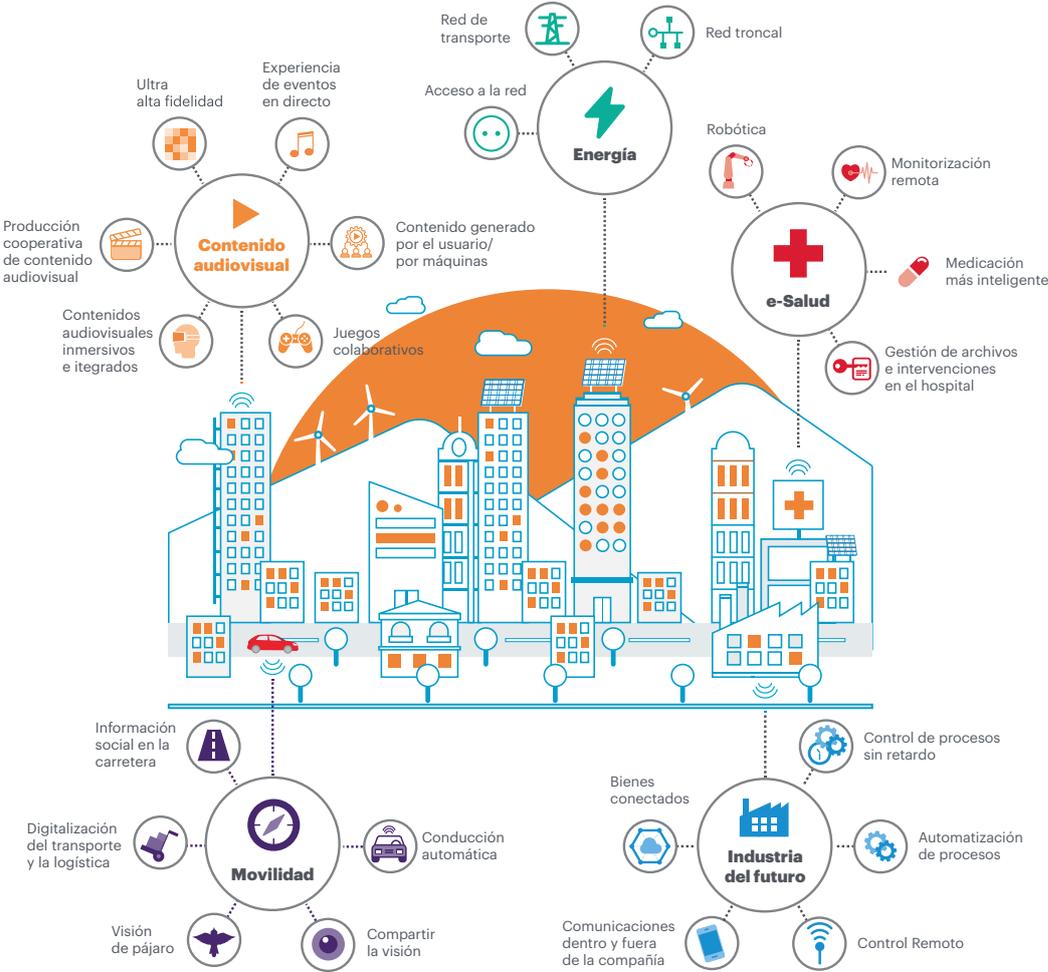


Ilustración 9. Fuente: 5G-PPP: 5G empowering vertical industries

Por otro lado, algunos de los verticales podrían optar por desplegar sus propias redes privadas 5G en lugar de utilizar las redes públicas ofrecidas por los operadores de red, diseñando y desplegando redes a medida para sus necesidades específicas.

Se profundiza en este informe de 2020 en los siguientes sectores señalados en negrilla en la lista:

- Media
- Industria, fábrica del futuro
- Automoción, movilidad, transporte público
- Salud, emergencias
- Energía, agua, gas
- Seguridad, emergencias
- Agroalimentación, agroindustrias
- Turismo
- Transformación digital de servicios públicos y privados (servicios financieros, educación, comercio)
- Ciudades y territorios inteligentes (industria de la construcción).
- Mejora del 5G, investigación, demostraciones horizontales.

Como cabía esperar, y tras la consulta con los actores relevantes, se contrasta que es ciertamente imposible separar las funcionalidades de la tecnología 5G para cada sector, en el sentido de identificar exclusivamente determinadas funcionalidades para un cierto sector vertical. Se confirma que las funcionalidades del 5G constituyen un pool tecnológico que en su conjunto satisface las necesidades de cada uno de los sectores verticales identificados. Es cierto y lógico, que algunas de las funcionalidades son comunes en su relevancia para varios sectores verticales y casos de uso.

Ya se ha comentado en el anterior capítulo sobre aspectos ligados a la gestión y disponibilidad del espectro. Igualmente se han señalado los aspectos más relevantes relativos a la problemática del despliegue de redes 5G. De estos elementos, la infraestructura y disponibilidad de red es vital tanto para los proveedores de servicios como los usuarios de los sectores verticales. La Asociación GSMA, en su documento sobre Fortalecimiento de los verticales, enfatiza sobre la importancia de conseguir compartición de costes mediante aspectos como la compartición de infraestructuras de red. Los costes asociados a la contratación de los sitios transmisores donde ubicar las estaciones base, su mantenimiento, el suministro de energía, así como estrategias de redundancias y seguridad, son muy importantes como para que los operadores puedan compartir costos en la medida de lo posible.

Cabe esperar que en este contexto puedan surgir también nuevos modelos de asociación entre operadores y sectores verticales de tal manera que los costes de inversión y mantenimiento de redes puedan acotarse y reducirse para cada actor de la cadena de valor. Estos acuerdos podrán verse reforzados por el objetivo que se persigue con la tecnología

5G, que además de los conocidos aspectos de mayor capacidad, menor latencia, etc., también se aprovechará para conseguir llegar a muchos más objetos que se conectarán a la red (densidades de hasta 1 millón de terminales por km²), división del consumo de energía a una décima parte comparado con el consumo de energía base de 2010, reducción en una quinta parte del costo de mantenimiento de red (OPEX), disminución en mil veces el tiempo de despliegue del servicio, capacidad de servir a más de mil millones de terminales IoT, asegurar una fiabilidad de la red de más del 99,999%, etc., etc. Si se añaden las funcionalidades del 5G a los requisitos de modernización de la explotación de la red, se ve que será muy posible que tanto los operadores de servicios de comunicaciones electrónicas entre sí, y entre estos y los usuarios de los verticales, se formen acuerdos de colaboración y explotación de la tecnología 5G de una manera multidisciplinar y multienfoque, que dependerá de cada sector, cada caso de uso, cada entorno geográfico, clientes, etc¹¹.

Expectativas de mercado 5G en los verticales

Existen varios estudios realizados por fabricantes de equipos y operadores al respecto de como se estructurará la cadena de valor de los nuevos servicios de comunicaciones electrónicas basados en la tecnología 5G¹². En uno de los estudios llevados a cabo por NOKIA, se han realizado encuestas a los agentes decisores sobre equipamiento y servicios de telecomunicaciones en siete industrias.

A partir de las respuestas, se ha concluido que las organizaciones más grandes del sector privado son las más prometedoras en términos de su percepción de 5G como un impulsor de valor y sus recursos y plazos para invertir en 5G. Estos son los aspectos más relevantes y ejemplos identificados en algunos de los sectores verticales.

Media, entretenimiento y publicidad

La industria de los medios y la publicidad está mirando de cerca las posibilidades de la red de próxima generación; el 71% de los encuestados en este vertical responde que 5G tiene un gran atractivo. Más allá de las velocidades de carga más rápidas de 5G, lo que significa que los anuncios pueden verse con más frecuencia en dispositivos móviles, las empresas de medios y publicidad ven nuevas oportunidades para ofrecer experiencias interactivas de mayor calidad en diferentes tipos de dispositivos. Las experiencias pueden variar desde historias de noticias inmersivas contadas en realidad virtual hasta contenido del juego en plataformas de juegos en la nube.

5G también abre una gama de nuevas plataformas y formatos para contenido publicitario. 5G permitirá a los compradores probarse ropa, maquillaje y accesorios, por ejemplo, permitiendo a las marcas para involucrar a los consumidores con experiencias enriquecedoras. Las oportunidades específicas de la ubicación también son muy interesantes, ya que 5G permite comercializar en tiempo real para los asistentes a grandes festivales y eventos deportivos.

¹¹ Este visión de posibles acuerdos y objetivos de explotación es compartida por GSMA en su posicionamiento de Fortalecimiento de los verticales (GSMA.5G: Empowering verticals).

¹² Ejemplo de estos estudios: NOKIA. Mapping demand:The 5G opportunity in enterprise for communications service providers

Energía

La energía es un mercado atractivo para 5G por varias razones. La mayoría (63%) de los encuestados sobre energía dijo que 5G tiene un gran atractivo para ellos, el 46% dijo que está invirtiendo en 5G ahora y muchos están explorando casos de uso avanzados y de mayor valor. En particular, los proveedores de energía están interesados en casos de uso como la videovigilancia con drones de tuberías, plantas e infraestructura, tanto por razones de seguridad como por eficiencia empresarial, transmisión en tiempo real de video de alta definición de drones, combinado con análisis para detección, puede ayudar a los proveedores de energía a localizar riesgos y defectos, ayudando a prevenir fugas y otros incidentes.

El sector energético también es una industria pionera en Internet de las cosas, y utiliza sensores desplegados en toda la red para recopilar datos de forma continua y crear un “gemelo o réplica digital” de una instalación o red de distribución. 5G facilitará significativamente la recopilación de datos de muchos sensores en tiempo real, lo que permitirá a las empresas de energía mejorar el mantenimiento y la robustez y resistencia de la red. Con un gemelo digital respaldado por datos de sensores en tiempo real entregados a través de 5G, partes de la red podrían aislarse y cerrarse en emergencias, por ejemplo.

En resumen, el resultado de este estudio de NOKIA apunta a un ranking de atractivo de la tecnología 5G para cada sector, según se ilustra a continuación.

Ranking de atractivo percibido de la tecnología 5G	
Sector vertical	Ranking de interés
Media, entretenimiento, publicidad	71%
Industria, logística, fabricación	66%
Comercio	65%
Energía, agua, gas	63%
Automoción, movilidad, transporte público	59%
Seguridad pública, Administraciones públicas	58%
Educación	57%
Otros sectores	53%

Ilustración 10. Ranking de atractivo percibido de la tecnología 5G (Fuente: Nokia)

De manera similar, otros estudios llevados a cabo por ERICSSON han identificado una matriz de casos de uso y sectores verticales, tal como se ilustra en la figura siguiente.

Industria, fabricación
Control industrial y automatización
Planificación y diseño de sistemas
Dispositivos de campo
Automoción
Conducción autónoma
Servicios conectados
Seguridad y conducción asistida
Transporte público
Monitorización comunicación y analíticas
Información al pasajero
Billeteaje avanzado
Energía, agua y gas
Redes avanzadas
Gestión avanzada de la energía
Seguridad pública
Seguridad urbana y de infraestructuras
Gestión de la identificación
Ciberseguridad
Servicios financieros
Prestamos, pagos, inversiones
Seguros
Salud
Servicios al paciente
Servicios en hospital
Gestion de datos medicos

Media, entretenimiento publicidad
Entretenimiento
Publicidad
Comercio
Experiencia avanzada del cliente
Eficiencia operativa
Soluciones para promociones
Agricultura
Monitorización en campo
Monitorización del stock y enrutamientos
Aplicaciones en el campo

Ilustración 11. Categorías de casos de usos en las industrias verticales (Fuente: Ericsson)

Del anterior estudio y otros¹³ que se han consultado en la elaboración de este Informe, se percibe que a los sectores verticales tradicionales (aquellos identificados inicialmente por 5G-PPP), se deben añadir la lista completa de sectores que se menciona a continuación y que se ha contrastado como relevantes para el mercado español, en tanto que o bien existen proyectos, aplicaciones, pilotos, experiencias, u opiniones de usuarios de los sectores verticales que confirman el interés en casos de uso ligados a dichos sectores verticales. Nótese también que estos sectores verticales no tienen unas fronteras rígidas y existen solapes en algunos casos de uso que podrían ser comunes o similares en varios sectores verticales. Tampoco existe una definición rígida en cuanto a los casos de uso que quedarían englobados en cada sector vertical. Se ha contrastado que las funcionalidades tecnológicas 5G que permiten ciertas aplicaciones y herramientas serán de uso común en varios sectores verticales.

¹³ Puede consultarse el capítulo Anexo Fuentes de Información consultadas para una panorámica general de documentación disponible sobre estudios de 5G en sectores verticales.

Los sectores verticales de referencia en el mercado español son los siguientes:

- Media, entretenimiento y publicidad.
- Industria, fábrica del futuro.
- Automoción, movilidad, transporte público.
- Salud, emergencias.
- Energía, agua, gas e infraestructuras de servicios de suministros.
- Seguridad, emergencias.
- Agroalimentación, agroindustrias.
- Turismo.
- Comercio.
- Transformación digital de servicios financieros y educación.
- Ciudades y territorios inteligentes (industria de la construcción).
- Mejora del 5G, investigación, demostraciones horizontales.

Cadena de valor para servicios 5G en los sectores verticales

La cadena de valor para servicios 5G en los sectores verticales se puede simplificar y esquematizar como se indica en la siguiente ilustración¹⁴.

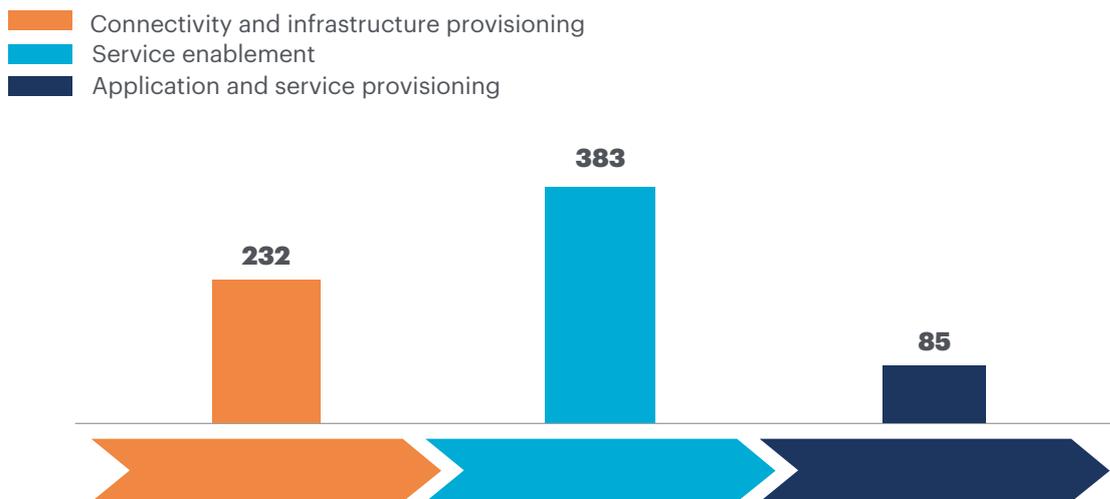


Ilustración 12. Cadena de valor simplificada para operadores de servicios. Fuente: Ericsson y Arthur D. Little.

El volumen esperado de negocio, en 2030, en esta cadena de valor se estructura como sigue:

- 232.000 millones de dólares para los proveedores de infraestructuras y servicios asociados a la conectividad.
- 383.000 millones de dólares para los habilitadores de servicios
- 85.000 millones de dólares para los proveedores de aplicaciones y servicios.

Los papeles de cada actor en esta cadena de valor simplificada incluyen:

- **Desarrollador de Red** que se enfoca en la implementación y operación de la infraestructura de red, incluido el acceso, el núcleo y transporte, y aplica habilitadores de TI para apoyar a consumidores y empresas con soluciones de conectividad que permiten la digitalización. Proveedores de servicio probablemente verá esto como fundamental para el éxito, ya que está muy cerca de su negocio principal actual. Aquí encontramos cosas como proporcionar la infraestructura de red y mantenimiento, así como aprovisionamiento de servicios de conectividad (por ejemplo, proporcionar Tarjetas SIM). El mercado de aprovisionamiento de conectividad e infraestructura, puede alcanzar hasta 232 mil millones de dólares en todo el mundo.

¹⁴ Estudios llevados a cabo por Ericsson y Arthur D. Little concluyen en este modelo de cadena de valor

- El **Habilitador de Servicios**¹⁵ se percibe como el eslabón de mayor oportunidad de crecimiento e incluye la provisión de plataformas en las que las empresas pueden configurar e integrar mejoras en las capacidades y en sus procesos. Se percibe una oportunidad real para que los proveedores de servicios utilicen su OSS / BSS¹⁶ para extender su alcance más allá de la oferta tradicional. El volumen de mercado potencial puede llegar hasta USD 615 mil millones a nivel mundial. El eslabón de Service Enablement incluye elementos como:
 - Plataforma de servicios
 - Soluciones construidas
 - Integración de sistemas
 - Capacidades habilitadoras (ejemplo: QoS)
 - Análisis de Datos
 - Provisión de aplicaciones (Apps, API)
 - Gestión de contenidos

En este rol en la cadena de valor habrá posiblemente una gran competencia entre operadores y los grandes hyperscalers.

- El rol de **Creador de Servicios** abarca la creación de nuevos servicios digitales de valor añadido más allá de las telecomunicaciones y la infraestructura. Incluye prestación de servicios y aplicaciones para el usuario final. Para ciertos casos de uso e industrias, puede ser una oportunidad de crecimiento, aunque expuesto a la competencia de otros actores de las TIC.
- Dentro del rol de creador de servicios, los servicios de video mejorados emergen como la mayor oportunidad, representando hasta el 17 por ciento del valor total, equivalentes a USD 118 mil millones para 2030. La automatización en tiempo real también ofrece un valor significativo, hasta USD 107 mil millones, y los vehículos conectados pueden alcanzar los 89 mil millones de dólares.
- La oportunidad combinada para los tres roles de la cadena de valor alcancen 700 mil millones de dólares anuales para 2030.

¹⁵ Un ejemplo concreto es el caso de cooperación de Verizon y Microsoft:

<https://www.globenewswire.com/news-release/2020/07/23/2066643/0/en/Verizon-Business-to-accelerate-IoT-solution-creation-and-deployment-with-Microsoft-Azure.html>

¹⁶ Operations Support Systems (OSS), Business Support Systems (BSS). Los sistemas OSS soportan requisitos de red interna como la planificación de la red, el mantenimiento del inventario de la red, el aprovisionamiento de servicios, la configuración de los componentes de red y la gestión de fallos, facilitando y automatizando las operaciones, las administraciones, el mantenimiento y el aprovisionamiento (OAM&P). El BSS por otro lado proporciona la capacidad para tratar con los clientes, apoyar procesos como la toma de pedidos, el procesamiento de facturas y el cobro de pagos.

Salud

Los cuidados de la salud suponen entre el 9% - 10% del PIB de los países europeos, con una tendencia al alza en los próximos años. Este es uno de los grandes desafíos socioeconómicos de nuestro tiempo, y existen grandes esperanzas en que la tecnología 5G sea clave para incrementar la eficiencia del sistema de salud, por ejemplo, con capacidades de teleasistencia remota y el empoderamiento de personal menos cualificado para acometer tareas que hoy desempeñan profesionales más cualificados.

Aunque las aplicaciones de e-health pueden ser instrumentales para reducir esta carga social, los resultados de la consulta pública de la CE de 2012 *Comunicación de la comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones - Plan de acción de salud electrónica 2012-2020 - Atención sanitaria innovadora para el siglo XXI*¹⁷, muestran que la absorción por parte del mercado de estas aplicaciones está bastante por debajo de las expectativas. El 5G permitirá la introducción de nuevos servicios como la “Medicina personalizada” o la “medicina de precisión” centradas en el paciente. Estas nuevas aplicaciones se beneficiarán de la arquitectura modular y distribuida del 5G, incluyendo las SDN y la capa de virtualización de red, Mobile Edge Cloud Computing y seguridad mediante el diseño.

Los aspectos clave en el dominio de la salud son la integración en tiempo real de un número masivo de objetos conectados, el procesamiento de grandes cantidades de datos, la integración de datos en tiempo real provenientes de diversas fuentes y diferentes redes, y la agregación de servicios de diferentes fuentes para soportar modelos integrados, incluyendo la facturación y la universalidad de la protección sanitaria.

El progreso en el área del cuidado personalizado junto con las ‘Smart Pharmaceuticals’ desarrollará una industria en el corto plazo que transitará de las compañías farmacéuticas actuales a proveedores de servicios, y que reducirá el consumo de medicamentos y sus efectos secundarios incrementando las terapias farmacéuticas. El 5G tiene un enorme potencial para mejorar la calidad de servicio de los cirujanos mediante el uso de robots, acortando el retardo y permitiendo el control remoto deslocalizado de estos robots. La latencia ultra baja puede permitir el empleo de percepciones artificiales en tiempo real (acústica, óptica, háptica¹⁸) y la realidad aumentada. Los casos de uso identificados para el entorno de la salud son:

- Gestión de activos e intervenciones en el hospital.
- Robótica.
- Monitorización remota.
- Medicación más inteligente.

¹⁷ https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/ehealth/docs/com_2012_736_es.pdf

¹⁸ El término háptica designa la ciencia del tacto, por analogía con la acústica (el oído) y la óptica (la vista).

No cabe duda de que la situación mundial de emergencia que se vive en 2020 debido a la pandemia del Covid-19 provocará el desarrollo de nuevas aplicaciones en el campo sanitario tanto en entornos hospitalarios, como atención primaria y asistencia remota. Aunque se vislumbran algunos aspectos relevantes de la potencialidad de 5G en el sector salud, será probablemente conveniente y necesario el desarrollo de un estudio y seguimiento más detallado al respecto de la explotación del 5G en el sector salud.

Según estudios de Ericsson, la industria de la salud tiene un potencial de ingresos significativo estimado en 147.000 millones de dólares en 2030 con una CAGR del 78% entre 2020-2030. La industria tiene un punto de partida de 0,47 mil millones de dólares en 2020, pero un potencial superior que se explica principalmente por el hecho de que ha habido una revolución de la atención médica digital con nuevas soluciones digitales que se realizan cada año a través de por ejemplo Aplicaciones de salud en movilidad (mHealth). La industria tiene la oportunidad de una tasa compuesta anual del 144% entre 2020-2026, impulsada principalmente por un mercado de mHealth en expansión, sistemas de atención médica que se están conectando y nuevas tecnologías que permiten la realización de los valores de los casos de uso correspondientes.

El segmento de negocios de mHealth ha experimentado un auge en los últimos años, donde las aplicaciones para dispositivos personales (wearables) sirven como un contribuyente principal al potencial de ingresos de la digitalización, como resultado de una tendencia general en el cuidado de la salud de creciente descentralización. La tendencia a la descentralización se ha mantenido durante décadas con el fundamento de hacer que el sistema de salud sea más eficiente y brindar a cualquier persona acceso a una mejor atención médica. Un estudio publicado a finales de 2017 mostró que la cantidad de aplicaciones de mHealth se había duplicado desde 2015.

Se observa que otro factor impulsor en sistemas de salud es el incremento en la conectividad, ya que los hospitales están digitalizando sus registros manuales, se conectan a una nube común y permiten la comunicación entre diferentes hospitales. Los hospitales constituyen la mayor base de usuarios finales de soluciones digitales y los primeros casos de uso de 5G se han implementado con éxito en los hospitales en los últimos años gracias a la baja latencia. Por ejemplo, en China, un número creciente de instituciones médicas está colaborando con empresas de telecomunicaciones para buscar avances en la telemedicina, y en una encuesta global de 2018, el 42% de los encuestados en la encuesta para proveedores de atención médica afirman tener planes sólidos para implementaciones de 5G.

Se prevé que la industria de la salud atravesará una transformación importante en los próximos años, donde se prevé que los resultados positivos de los pilotos digitales e innovadores impulsen cambios más rápidos en la implementación de nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial y las aplicaciones de aprendizaje automático. La baja latencia es vital para muchas aplicaciones nuevas y 5G es la tecnología habilitadora para varias aplicaciones de inteligencia artificial y aprendizaje automático. Algunos ejemplos de avances tecnológicos recientes son los pacientes tratados con planes generados por aprendizaje automático en septiembre de 2019 y la primera operación remota del mundo con cirugía 5G en enero de 2019, que puede permitir el acceso a la mejor atención médica en todo el mundo desde cualquier ubicación.

Históricamente, la industria del cuidado de la salud ha tardado más en adoptar tecnologías nuevas y emergentes, en parte debido a los límites regulatorios y la infraestructura de TI heredada. El lento desarrollo tecnológico no es éticamente justificable considerando las muchas implementaciones piloto exitosas y el que la industria de la salud se considera una de las más avanzadas tecnológicamente del mundo. Aunque los primeros casos de uso se están implementando con éxito, también existen incertidumbres. Una limitación son las primeras etapas de la disponibilidad de 5G, donde aún no se ha alcanzado el punto de implementación estándar de la industria. En lo que respecta a la infraestructura, los hospitales se han basado tradicionalmente en las conexiones locales como arquitectura principal para sus necesidades de conectividad, p. Ej. varias redes WiFi diferentes. La instalación de una red 5G en todo el hospital mejoraría el rendimiento, pero podría también enfrentarse a una cierta inercia.

La industria de la salud requiere una asignación equilibrada de recursos médicos, equipos médicos portátiles e inteligentes, mejores capacidades de tratamiento de vehículos médicos y la transformación de las operaciones quirúrgicas del quirófano a múltiples regiones. La mayoría de los hospitales utilizan actualmente equipos médicos con conexión por cable, que son fiables pero complejos e inflexibles.

También existe una necesidad creciente de proporcionar asistencia sanitaria a distancia, en particular para ayudar a los más vulnerables sanitariamente o para gestionar situaciones de emergencia. 5G puede proporcionar conexiones inalámbricas más flexibles y convenientes, que pueden cumplir con la mayoría de los escenarios de aplicaciones de la industria de la salud, por ejemplo:

- cobertura continua de área amplia para ambulancias, incluido el envío de video en directo de alta calidad y signos vitales del paciente en tiempo real al centro de control en el hospital;
- sensores que recopilan los signos vitales de los dispositivos portátiles de los pacientes, dondequiera que se encuentren, lo que ayuda al personal médico a tomar decisiones de tratamiento oportunas y a administrar los medicamentos de forma remota;
- sensores que monitorizan y recopilan información vital para todos los pacientes hospitalizados de manera unificada y realizan la gestión en una plataforma unificada;
- un canal de comunicación dedicado y confiable entre, por ejemplo, hospitales, que permite la cirugía y el control a distancia;
- gestión y seguimiento de equipos médicos y activos y personal hospitalario.

Además de las consideraciones anteriores, el Instituto de Salud Carlos III ha identificado casos de usos adicionales como la necesidad de comunicación (vocal) con el personal facultativo de guardia presencial y de guardia localizada en los hospitales. La única tecnología que se viene utilizando para poder asegurar que una llamada a un facultativo de guardia ha progresado, pero no ha sido atendida (descolgado) por dicho facultativo, es la tecnología DECT actualmente. Es importante la explotación de tecnología 5G para dotar de certidumbre legal a los actores del equipo sanitario y permitir seguimiento y control del correcto seguimiento de los protocolos establecidos.

Actualmente, existen en entorno hospitalario:

- Infraestructura WIFI 6 en el interior de los hospitales para las comunicaciones internas al mismo.
- Microceldas 4G/LTE/5G, implantadas con una red de antenas DAS⁽¹⁹⁾ para conexión con operador
- Terminales distintos operados en el interior y exterior del inmueble que aloja el hospital.

Esta necesidad de comunicación podría ser resuelta por la tecnología 5G, si y solo si, los operadores con título habilitante aceptan que en el interior del inmueble que aloja el hospital, los terminales se registren en el sistema telefónico del hospital y fuera del inmueble del hospital se registren en el sistema del operador (usando en ambos caso tecnología 5G). Esto tendría la ventaja de usar un único terminal conectado siempre de la misma forma, ya sea para comunicarse estando de guarda presencial o estando de guardia localizada en domicilio del sanitario.

Igualmente, para cursar el tráfico del área docente, intimamente relacionada con el área quirúrgica para los futuros Facultativos Especialistas de Area (MIR), sería importante asignar un ancho de banda dedicado a través de la conexión externa del hospital. Una solución podría ser una “Red de Latencia Cero” que interconecta:

- Todos los quirófanos del bloque quirúrgico
- Todos los quirofanos del bloque obstétrico, incluso paritorios
- Todas las aulas de formación
- Todas las salas de reuniones
- Todas las salas seminario (en las que se celebran las sesiones clínicas y se siguen los proyectos de investigación)
- Todo el equipamiento de uso compartido para acceso al exterior y para realización, incluidos los codecs de telepresencia.

Podría usarse 5G (o WIFI6 con pasarela a 5G) en la monitorización de pacientes en su domicilio y como los productos tienen que servir para cualquier escenario, una solución sería que el equipo de instrumentación clínica “hable” WIFI6 y la comunicación con el exterior sea IP, usando el canal más conveniente, que puede ser “transmisión guiada” en un hospital y “transmisión inalámbrica” en los domicilios.

Para que los casos de uso anteriores puedan implementarse debidamente, el ISCIII opina que es condición necesaria una descripción exhaustiva y detallada del API para comunicación con el equipo de instrumentación clínica, incluido el diccionario de datos con las reglas de validación sintáctica y semántica de cada uno de los atributos del API. En la actualidad no existe esta disponibilidad de información aumentando la complejidad en la comunicación, razón por la cual en una UCI no es posible tener integrado en una única central de monitorización para cada paciente el respirador, las bombas de perfusión, el monitor de

¹⁹ DAS: Sistemas distribuidos de antenas

constantes vitales, el monitor de hemodiafiltración (caso que lo requiera) y el monitor de hemodinámica.

En el terreno de la I+D+i, tanto en España como en Europa se llevan a cabo varios proyectos con especial enfoque al sector de la salud. Entre otros proyectos, cabe mencionar:

- 5G Health²⁰
- 5G-HEART²¹

Automoción, Movilidad y Transporte público

La movilidad es otro ámbito en el que se esperan grandes cambios en los servicios que se ofrecen a los usuarios y en las tecnologías de las infraestructuras asociadas. Los sistemas de asistencia avanzada al conductor, y más a largo plazo, los vehículos completamente autónomos permiten esperar un futuro con gran reducción de accidentes mortales, con menos atascos y con ciudades menos congestionadas, así como una amplia gama de oportunidades de negocio y beneficios para el medio ambiente.

La tecnología 5G contribuirá a hacer realidad estos escenarios mejorando la conducción automática colaborativa, de manera que la información recogida por sensores sea compartida al instante con otros vehículos, con la infraestructura viaria y con otros sistemas de tráfico. No obstante, evitar colisiones colaborativamente plantea unos requisitos de fiabilidad y desempeño muy alejados de las funcionalidades de las redes actuales. Esta conectividad debe existir incluso en zonas sin cobertura (ya sea por desvanecimientos de la señal, por la existencia de zonas de sombra en las ciudades o zonas remotas sin cobertura 5G).

La introducción de la tecnología 5G puede dar lugar a multitud de nuevas aplicaciones en el vertical de automoción, movilidad y transporte público. Por ejemplo, los vehículos podrían ser teledirigidos a distancia por conductores remotos expertos. Los cinco casos de uso inicialmente identificados para la industria automovilística son los siguientes:

- Conducción automática.
- Compartir la visión.
- Visión de pájaro.
- Digitalización del transporte y la logística.
- Información social en la carretera.

²⁰ <https://global5g.org/verticals/5g-health>

²¹ <https://5g-ppp.eu/5g-heart/>

Es importante notar el papel activo de algunos fabricantes, como SEAT y PSA, involucrados en desarrollos iniciales tendentes a la identificación de aplicaciones en el vertical de la automoción (Coche conectado) y asimismo de algunos operadores de servicios de transporte público, como EMT (Empresa Municipal de Transportes de Madrid) en la modernización de la infraestructura de conectividad de los autobuses.

Será necesario que las infraestructuras viarias cuenten con cobertura 5G para asegurar la conexión del vehículo, de manera coordinada entre los diferentes países de la UE asegurando la interoperabilidad y garantizando la seguridad. También debe garantizarse la interoperabilidad, en este caso entre tecnologías, si se optara por dotar de cobertura híbrida (5G + Wi-Fi + ITS) en las vías de comunicación. Podría ser importante en el futuro el disponer de un plan coordinado de disponibilidad de cobertura 5G en la red de carreteras españolas.

El aspecto de cobertura de red 5G es clave para el sector de la automoción, movilidad y transporte público, como se verá más adelante.

Se estima²² que la industria de la automoción tenga un potencial de ingresos significativo del orden de 81 mil millones de dólares en 2030 con un CAGR alto del 76% entre 2020 y 2030. La industria tiene un punto de partida de 0,28 mil millones de dólares en 2020. Los automóviles conectados y autónomos son los principales impulsores de la tecnología y el progreso en el sector de la automoción. Ya en 2017, se anticipó que el 100% de los automóviles nuevos vendidos se conectarían a Internet en 2025, pero algunos fabricantes de equipos originales han anunciado planes aún más agresivos en los últimos años. Ford, por ejemplo, ha anunciado recientemente el objetivo de que el 90% de sus coches vendidos a nivel mundial estén conectados a Internet en 2020 y el 100% de los coches vendidos en Estados Unidos. Esto contribuye a que se espera que los ingresos habilitados para 5G crezcan rápidamente con una tasa compuesta anual del 137% entre 2020-2026.

Las preocupaciones por la seguridad están ralentizando la comercialización de automóviles autónomos, donde los accidentes recientes han aumentado aún más las preocupaciones por la seguridad entre el público. Además, las limitaciones de la cobertura de la red, la falta de estandarización y las preocupaciones relacionadas con la privacidad de los datos y la ciberseguridad siguen siendo desafíos que deben superarse para apreciar plenamente el valor potencial. 5G podría permitir la baja latencia y confiabilidad requeridas para operaciones seguras.

La industria del transporte público tiene un potencial de ingresos estimado de unos 32 mil millones de dólares en 2030 con una tasa compuesta anual modesta del 71% entre 2020 y 2030. El crecimiento de la industria ha sido impulsado en los últimos años por la preocupación por el impacto del transporte individual sobre el cambio climático. La urbanización aumenta los niveles de congestión y los desafíos ambientales, y el transporte público inteligente a menudo se destaca como una solución. También hay un cambio de proveedores que han proporcionado soluciones centradas en la tecnología pesada hacia soluciones más centradas en el ciudadano, que se espera que reduzcan las barreras para la adopción y aceleren los casos de uso del transporte público inteligente. Un área importante de casos de uso del transporte público inteligente relacionada con la información de los

22 Estudios proporcionados por Ericsson

pasajeros, como los planificadores de viajes y las pantallas inteligentes. Otros casos de uso notables incluyen sistemas de venta de entradas más inteligentes.

Sin embargo, las ciudades generalmente carecen de visiones claras de sus futuros sistemas de movilidad e iniciativas relacionadas en las ambiciones de las ciudades inteligentes. El transporte público forma parte de la movilidad urbana general de la ciudad, que todavía funciona a menudo en un entorno demasiado fragmentado y hostil a la innovación. La adopción es más lenta de lo anticipado dado el esfuerzo y la complejidad significativos en la adquisición e implementación de nuevas soluciones mientras se reemplazan los sistemas heredados en el transporte público, sin causar interrupciones en el tráfico de la ciudad. En consecuencia, se prefieren implementaciones más graduales y modulares, lo que retrasa el potencial de ingresos de digitalización en la industria.

La industria del transporte por carretera espera proporcionar un transporte eficiente, seguro, ecológico y cómodo, especialmente mediante la explotación del potencial de la inteligencia artificial, para lograr una conducción conectada y automática a través de la percepción, la decisión y el control. El sistema 5G permitirá esto al admitir, entre otros:

- transmisión de video o imágenes de alta calidad del estado de la carretera y de las infraestructura para ayudar a la navegación, la conducción remota y automática, así como la identificación de zonas ciegas y otras vulnerabilidades para los vehículos;
- comunicación en tiempo real entre vehículos e infraestructuras viales, junto con el posicionamiento preciso del vehículo y las capacidades de computación local, lo que permite la identificación de peligros potenciales, y puede ayudar a la toma de decisiones, incluida la planificación y actualización de rutas, frenado de emergencia y prevención inteligente de colisiones de automóviles;
- conectividad de sensores y recopilación de datos de vehículos e infraestructura vial, apoyando los modelos de construcción del entorno vial y aplicaciones comerciales como la tarificación avanzada por uso de carreteras;
- mantenimiento remoto mediante la descarga de actualizaciones de software a los vehículos y el reporte de información de estado a los fabricantes de vehículos.

Estudios²³ sobre aceptación de la tecnología 5G en el entorno de la automoción y el transporte han indicado que:

- para las organizaciones que utilizan vehículos en sus operaciones, el 54% hacen uso de características de conectividad en sus flotas de vehículos, principalmente para aplicaciones de navegación y asistencia al conductor, aunque también para monitorización de rutas y conductores, diagnóstico de mantenimientos, etc.
- La seguridad y el transporte de pago de pasajeros son casos de uso muy atractivos. El interés en 5G se centra en: vehículos de fuerzas de seguridad, vehículos privados de patrulla, transporte de personas (taxis, shuttles de cortesía, etc.)
- Se desea mejores prestaciones de navegación y seguridad (sistemas automáticos de llamadas de emergencia, por ejemplo)
- Se muestra alto interés en sistemas de alerta de riesgos.

23 Estudios llevados a cabo por NOKIA

- Los servicios de actualización de software directamente al dispositivo se incrementarán notablemente, desde un 24% que se utilizan hoy día.

Estos estudios han analizado en particular el valor percibido de los servicios basados en tecnología 5G para el vehículo conectado y se indican en la ilustración siguiente.

Ranking de valor percibido tecnología 5G en vehículo conectado	
Sector vertical	Ranking de interés
Transporte por carretera más efectivo en coste	93%
Mejora de la seguridad en carretera	91%
Comunicaciones mejoradas en el vehículo	91%
Navegación de alta calidad con información precisa de ubicaciones	91%
Internet más rápida para aplicaciones de video	85%
Conducción asistida y autónoma	79%
Control remoto del vehículo	78%

Ilustración 13. Ranking de valor percibido tecnología 5G en vehículo conectado (Fuente: NOKIA)

Los actores consultados en el sector de la automoción²⁴ han realizado apreciaciones al respecto de la importancia de asegurar una cobertura adecuada y el impacto de la regulación sobre exigencias de cobertura. No cabe duda de que la banda de 700 MHz será la que mejor contribuya a conseguir más amplia cobertura por sus mejores condiciones de propagación. Los actores han apuntado sobre los requisitos de cobertura que otros países han requerido para asegurar disponibilidad de red en las carreteras; por ejemplo:

- Francia: 240 Mbps en 2030; 75% sitios en 2022, 85% en 2024 y 90% en 2025; 100 Mbps en las autopistas en 2025; 50 Mbps sobre todas las carreteras en 2025 y 100 Mbps en 2027.
- Alemania: 100 Mbps en 2024 sobre todas las carreteras del Estado; 50 Mbps sobre el resto de las carreteras; puertos y ferrocarriles con al menos 50 Mbps. En todas las carreteras, la latencia debe ser inferior a 10 ms

Además de la cobertura en red de carreteras, el sector de la automoción considera que la tecnología 5G también contribuirá a incrementar la eficiencia en las industrias propias fabricantes de vehículos. En este aspecto, las bandas altas de frecuencias podrían encajar mejor en las expectativas de redes privadas, o redes privadas virtuales (mediante técnica 5G de network slicing) para soportar redes en polígonos industriales.

²⁴ Entre otros: SEAT, PSA, EMT, Metro Madrid

Los actores de la automoción consideran que:

- 5G ha dado importancia a los KPIs requeridos por automoción, que se presenta como uno de los sectores que se espera que saque mayor partido a los servicios URLLC (Ultra Reliable and Low Latency Communications) y eMBB (Enhanced Mobile BroadBand). El sector de la automoción, con la promesa del coche conectado y cada vez más automatizado, ha acogido 5G como apuesta de futuro, y el desarrollo de 5G-V2X por parte de 3GPP y el gran avance de sidelink prueban que el sector es clave para la acogida de los casos de uso mas avanzados para los que 5G se diseñó.
- SEAT, por ejemplo, ha realizado pruebas de concepto en materia de conectividad a lo largo de los últimos dos años, entre las cuales destaca la prueba piloto realizada en el Mobile World Congress 2019, donde el 5G Connected Car gozó de conectividad 5G para video streaming, así como de conectividad V2V para avisos de ‘vehículo obstaculizando carretera’ o ‘usuario vulnerable’. SEAT también realizó un piloto aprovechando el potencial de Edge computing para IoT (Internet of Things) en entornos rurales, conectando un dron con el vehículo.
- El uso de la tecnología 5G en automoción está avanzando en cuanto a desarrollo de soluciones y funciones. Actualmente, no hay producto serie en el mercado europeo. En el caso concreto de SEAT, se tiene previsto desarrollos de futuro con esta tecnología, que se pueden verse acelerados una vez existan despliegues masivos. El principal impedimento actual es la falta de cobertura 5G europea y el inicio de los despliegues.
- La introducción de 5G en automoción dependerá del despliegue por parte de las operadoras de telecomunicación y los responsables gubernamentales de las infraestructuras de tráfico. SEAT tomará el rol de usuario vertical de esta tecnología, y no prevé asumir un papel pionero en la introducción, estando preparada cuando se acelere el despliegue del 5G. SEAT participa en el desarrollo de la tecnología junto con el Grupo Volkswagen, y colabora a nivel nacional con las administraciones públicas.
- La latencia, fiabilidad y garantías de QoS son los pilares de las comunicaciones V2X para poder desplegar sistemas de seguridad que dependan de la conectividad y llegar así al coche cooperativo y autónomo.
- Es importante garantizar la integridad de los datos, propiedad del usuario y el fabricante, de acuerdo con la normativa GDPR. La ciberseguridad para evitar infiltraciones en los sistemas de seguridad es importante. Es importante ofrecer al menos una opción de bajo coste para las funciones de seguridad. Habilitar mayor espectro exclusivo para V2X sin licencia sería conveniente para no convertir la seguridad del vehículo conectado en un producto premium.
- Experiencias previas se han realizado por SEAT en colaboración con Telefónica, Qualcomm, FICOSA, Mobile World Capital y Administraciones públicas, demostrando la importancia de un trabajo conjunto de los actores del ecosistema 5G para su implantación.

- El despliegue de Release 16 stand-alone es crucial para soportar los casos de uso previstos por automoción de cara a futuro. Así mismo, la introducción de 5G-V2X (Rel.16) y sus mejoras previstas (Rel. 17) constituyen la apuesta a futuro para casos de uso avanzado para funciones de seguridad. SEAT no tiene previsto hacer uso de Rel.14/15 V2X. Es importante que las futuras evoluciones (Rel. 17+) den importancia a la 'fiabilidad' y 'latencia' que se requieren para los casos de uso de seguridad mas avanzados, que la calidad de servicio (QoS) sea fiable y predictiva, y que se promueva una mejora de la geolocalización actual. Se relacionan a continuación algunos casos de uso de la automoción

Use case	Essential safety	Rich infotainment	Highly automated driving
Sector	Automoción	Automoción y entretenimiento	Automoción y servicios de transporte.
Factores críticos	Interoperabilidad entre tecnologías	-	Coordinación entre marcas
Factores relevantes	Despliegue de infraestructura	-	Coste del despliegue e implementación
Relevancia de espectro	5.9 GHz	Se requiere cada vez mayor ancho de banda. Potencial uso de Milimeter-wave	Se requiere espectro con gran ancho de banda disponible.
Satisfacción Estándares	OK	-	Rel 16+ QoS debe ser garantizada. Alta Fiabilidad
Potenciales usuarios finales	Todo el parque de vehículos	Proveedores de servicios de movilidad, servicios de turismo y entretenimiento.	Proveedores de servicios y administraciones públicas
Estimación expectativas inversión	-	-	-

Ilustración 14. Casos de uso de la automoción

Otro aspectos muy relevantes en el sector de la automoción²⁵ es la esperada coexistencia de distintas bandas de frecuencias en la implementación del ecosistema 5G para el vehículo. La banda ITS en 5.9 GHz es muy relevante para el caso de uso de seguridad esencial/básica. La banda de 5.9 GHz lleva tiempo asignada para Intelligent Transport Systems – la ITS Band – e incluye canales de 10 MHz especialmente reservados para seguridad. Aunque difiere ligeramente según la región, es una banda armonizada globalmente para estos usos, lo cual enfatiza el interés de los organismos reguladores y la industria en la existencia de una banda de uso común para ITS.

²⁵ Comentarios de SEAT

- Al ser una banda reservada para ITS safety, no se permite un uso incontrolado de la banda. Pero al no ser una banda licenciada por operadoras, se permite su uso gratuito. Tanto LTE-V2X (Rel. 14/15) como 5G-V2X (Rel. 16) dan soporte en esta banda.
- Las interferencias están menos controladas que en un servicio gestionado por estación base, pero esto permite su uso cuando estas no están disponibles – i.e. fuera de cobertura – un aspecto clave para la seguridad. Sin embargo, años de análisis sobre mecanismos de control de congestión respaldan la viabilidad de esta banda para desplegar aplicaciones de seguridad (Day-1 applications) que no requieren altos niveles de fiabilidad o alta tasa de datos. El recientemente presentado Rel. 16 añade nuevas técnicas para aumentar la fiabilidad en esta banda, como multicast y HARQ, haciéndola más robusta.
- Debido a esto, el nuevo VW Golf 8 implementa funciones de seguridad basadas en tecnología que opera en esta banda.
- Esta banda es adecuada para casos de uso en los que los nodos conectados (infraestructura, otros vehículos, peatones) avisan de un peligro/situación inusual y el conductor es informado y reacciona. Ejemplos: Stationary vehicle warning, Pedestrian crossing warning, Vulnerable Road User on the road (casos probados por SEAT en pruebas de concepto). Se podrán también implementar servicios para la eficiencia del tráfico en los otros canales de la banda de ITS no reservados para seguridad.
- Se espera que 5G, via network slicing, proporcione la QoS requerida para algunos casos de uso avanzados en automoción. Ya se consideran las bandas de 2.6 GHz y 30 GHz como potenciales para el uso en seguridad (e incluso se permitirá un uso V2V/V2I de las mismas) bajo suscripción a los servicios de las operadoras. No obstante, para casos de uso que excedan las capacidades de la banda 5.9GHz, sería conveniente considerar espectro adicional probablemente de uso común, que permitieran despliegue de soluciones avanzadas con bajo coste para el usuario. Para este fin, banda de 60 GHz – ya reservada para ITS – y 5G ya considera su soporte en su rama V2X, podrían ser combinación efectiva y eficiente en coste.
- En resumen, la banda de 5.9GHz va a utilizarse para sistemas básicos de seguridad en los próximos años. Con el despliegue de 5G, automoción comenzará a hacer uso de la nueva tecnología para servicios de infotainment y para funciones de ‘comfort’, sobre todo para aquellos que aún no se puedan hacer con LTE. No obstante, la visión de un futuro cada vez más automatizado causará una necesidad de mayor uso de espectro, y será importante garantizar que existan opciones tanto ‘sin’ como ‘con’ licencia.

En el campo del transporte público, los operadores consultados²⁶ destacan la importancia de 5G para mejorar los servicios al pasajero y la gestión del servicio. El sector del transporte podría ser uno de los que más beneficiados por la adopción del 5G. Metro de Madrid declara que su compañía está a la expectativa de la existencia de productos para un entorno ferroviario de esta tecnología, para estudiar su coste y ver si es viable su adopción. Es importante aclarar las opciones de utilización de espectro de uso común que pueda ser usado en entornos de transporte ferroviario.

²⁶ Entre otros: EMT, Metro de Madrid

Existen casos de uso que pueden ser interesantes en el sector del ferrocarril, como video de muy alta calidad, redes masivas de sensores, comunicación directa con muy baja latencia entre terminales, apoyo al mantenimiento con interfaces muy inmersivas, incluso conducción remota. Todas ellas son casos de uso o bien actualmente muy limitados por la tecnología actual de comunicaciones o bien muy futuristas incluso aunque existiera dicha tecnología. Tres casos de uso específicos se han identificado en el caso del metro urbano, tal como se indican a continuación.

Caso de uso:	Telemetría en tiempo real	Redes masivas de sensores	Datos críticos de seguridad
Sector	Ferrocarril	Ferrocarril	Ferrocarril
Relevancia de espectro	Sí	Sí	Sí
Satisfacción Estándares	Sí	Sí	Sí
Potenciales usuarios finales	Departamentos de mantenimiento y operación	Departamentos de mantenimiento y operación	Departamentos de mantenimiento y operación
Estimación expectativas inversión	Por determinar	Por determinar	Por determinar

Ilustración 15. Casos de uso típicos en el transporte público en metro

Además de los operadores de servicios de comunicaciones electrónicas y los operadores de servicios de transporte público, las industrias de la automoción cuentan con importantes empresas fabricantes de equipamiento para el automóvil, con un gran porfolio de soluciones tecnológicas. Estas entidades²⁷ manifiestan igualmente que la tecnología 5G será clave para mantener su posición de suministradores de equipamiento para los vehículos del futuro. De hecho, han decidido involucrarse en pilotos y experiencias específicas²⁸ demostrando soluciones en el entorno del MWC Barcelona 2019. Algunas empresas han llegado a certificar ya equipamiento con unidades tecnológicas tipo C-V2X²⁹.

En el terreno internacional, el sector de la automoción y la tecnología 5G tiene un punto de referencia relevante en Alemania. Existe consenso de todos los actores alemanes de que las funcionalidades de las redes 5G son cruciales para la próxima generación de vehículos. La Asociación 5G-AA ha realizado estudios³⁰ sobre la adecuación de las redes de servicios móviles a las necesidades de los vehículos conectados.

Como puede apreciarse en la ilustración siguiente (cortesía de Deutsche Telekom), el vehículo se conectará con otros vehículos (V2V), con la infraestructura de la carretera (V2I),

²⁷ Entre otras Entidades, FICOSA ha aportado información sobre su participación en proyectos y actividades ligadas a la tecnología 5G.

²⁸ <https://www.telefonica.com/es/web/sala-de-prensa/-/mwc-capital-seat-telefonica-ficosa-etra-e-i2cat-impulsan-un-proyecto-piloto-de-coche-conectado>

²⁹ C-V2X es acrónimo que denota la comunicación del vehículo con su entorno.

³⁰ 5G AA: MNO Network Expansion Mechanisms to Fulfil Connected Vehicle Requirements 5G

con las redes de comunicaciones (V2N) o incluso con el peatón (V2P). En el argot del sector de la automoción se utiliza frecuentemente el símbolo V2X para denotar las comunicaciones del vehículo con otros vehículos, con las infraestructuras de la carretera o con las redes de comunicaciones.



Ilustración 16. Comunicación del vehículo con su entorno

En su estudio sobre la expansión de las redes de comunicaciones electrónicas para adecuarse al vehículo conectado, la Asociación 5G-AA describe cómo la cobertura celular de las carreteras, para apoyar la automoción, la operación vial y los servicios al consumidor, puede ampliarse y acelerarse mediante la cooperación entre los operadores de redes móviles (MNO), los operadores de carreteras, los gobiernos nacionales y regionales, así como los reguladores/autoridades nacionales de carreteras y comunicaciones. Se trata principalmente de un manual de estrategias con recomendaciones sobre la cooperación entre los operadores de redes móviles y los operadores/gobiernos de carreteras.

La 5GAA ha reunido a la industria de los servicios de comunicaciones electrónicas y a la industria de la automoción con el propósito de desarrollar conceptos que mejoren la adopción de vehículos conectados. La visión de un paradigma de red vehículo-móvil altamente integrado se plasma en el Vehículo Conectado (C-V2X).

Como concepto, C-V2X ha surgido relativamente recientemente con la entrega de estándares 3GPP para C-V2X, comunicaciones de corto alcance (PC5) y de área ancha (Uu) diseñadas específicamente para su uso por vehículos e infraestructura vial asociada. Desde entonces, se han realizado rápidos avances en la producción de módems celulares y aplicaciones para apoyar los servicios de vehículos conectados por los miembros de 5GAA. Con el apoyo de 5GAA, 3GPP está actualmente en el proceso de especificar los próximos pasos evolutivos para C-V2X. Esto apoyará la mejora de los servicios de vehículos conectados desplegados en el estándar anterior, para un mayor nivel de autonomía y proporcionar beneficios ambientales adicionales a través de la optimización del tráfico.

La visión de un vehículo altamente integrado con un enfoque de red móvil a V2X requiere claramente un despliegue generalizado y coordinado de infraestructura de red móvil que proporcione una fuerte cobertura en las carreteras para apoyar el modo de comunicaciones V2X de área amplia junto con el modo directo de corto alcance para los servicios críticos de seguridad vial entre los vehículos y con la infraestructura vial.

Entre las muchas razones por las que tales despliegues son necesarios y deseables son la continuidad de los servicios telemáticos para los sistemas de apoyo a los vehículos, la capacidad de los operadores de carreteras para proporcionar seguridad vial y el control del tráfico, y permitiendo a los operadores de redes móviles proporcionar una calidad de servicio (QoS) fiable, que son requisitos específicos de las aplicaciones de vehículos conectados.

Hasta hace poco, la necesidad de una cooperación activa entre administraciones públicas y las redes móviles para proporcionar cobertura vial no había sido un tema importante de debate. Los primeros despliegues europeos de la tecnología 4G LTE, en Alemania, fueron acompañados de cláusulas en torno a la cobertura de las comunidades rurales, pero no sobre requisitos de la cobertura vial. El surgimiento del C-V2X, han puesto a las redes móviles en el centro de los servicios de vehículos conectados.

Como resultado, la industria automoción está exigiendo una mejora en la cobertura vial para los usuarios de sus vehículos, mientras que los operadores de carreteras están igualmente interesados en estudiar cómo se pueden aprovechar sus planes de inversión existentes y futuros que requieren una mejor cobertura de área amplia para sus carreteras.

La industria automoción planifica introducir tecnologías integradas de comunicaciones móviles/celulares que apoyen diversos servicios, como eCall, telemática (por ejemplo, diagnósticos remotos), servicios relacionados con la seguridad vial (por ejemplo, advertencia de peligro local o información de tráfico), servicios de confort y acceso a Internet. Sin embargo, en ciertas áreas geográficas persisten puntos de cobertura difícil donde se puede requerir financiación pública. Este es un tema de debate sobre la mejor forma de asegurar la cobertura en las carreteras.

Según 5G-AA, la carretera digital consiste en:

- Una representación digital fiable (o gemelo digital) de los parámetros estáticos de la carretera, tales como geometría, límites de velocidad, regulaciones de tráfico, etc., y coherente con el nivel D de la ISA³¹. Uso de vehículos conectados para monitorizar e informar sobre problemas en carreteras, puentes, túneles, etc.
- Obtener acceso a información/datos desde/hacia la infraestructura de carretera (por ejemplo, semáforos, advertencias sobre obras viales, señales de límite de velocidad variable, etc.) y parámetros dinámicos de la carretera (como atascos de tráfico, obstáculos en la carretera, etc.). Estos últimos pueden ser recogidos a través de sensores en el coche, proporcionando los datos necesarios, clasificados, calificados y consolidados por los proveedores de servicios, y entregados a los usuarios (nivel C de ISA). Esta información debe proporcionarse a través de interfaces de muy baja latencia y con alta disponibilidad.
- Proporcionar suficiente cobertura de la red móvil junto con la red de carreteras, incluida la capacidad de red suficiente de acuerdo con las necesidades de calidad de servicio descritas en los casos de uso, y para distribuir los servicios relacionados con el tráfico.

Además de los niveles anteriores C y D del modelo de ISA, también se están analizando mejoras de los niveles A y B de ISA (conducción y percepción cooperativas), con el fin de investigar si es preciso añadir infraestructura adicional en la carretera, tales como sensores en la carretera, cámaras de video sobre tráfico, unidades de señalización lateral, etc.

Con respecto al segmento de sensores en dispositivos asociados a la automoción y carreteras, la siguiente tabla muestra una panorámica simplificada de los distintos segmentos del Internet de las Cosas con respecto a la cobertura de red, sus capacidades y las tecnologías de acceso.

³¹ International society of Automation

	Cobertura típica	Capacidades	Tecnologías
IoT masivo	Cobertura amplia (incluidos interiores y rurales)	Dispositivos bajo coste. Bajo volúmene de datos	NB-IOT CAT-M1
IoT de banda ancha	Alta cobertura (orientada principalmente a zonas pobladas)	Altas velocidades de datos Baja latencia Altos volúmenes de datos	LTE NR
IoT crítico	Cobertura inicial limitadas, expndiéndose progresivamente	Latencias críticas, bajísimas Muy alta disponibilidad	NR

Ilustración 17. Segmentos IoT con respecto cobertura de red, capacidades y tecnologías de acceso

En este análisis de cobertura sobre carreteras, es importante considerar las diferencias entre zonas urbanas y zonas regionales.

Se puede esperar que las áreas urbanas tengan una buena cobertura de red debido a las mayores densidades de población. Esto ya permite la gran mayoría de los casos de uso que ya están en las redes 4G actuales. La densificación y las ampliaciones de capacidad serán necesarias en las zonas urbanas cuando aumente la penetración y el uso, lo que requiere inversiones continuas por parte de los operadores. Modelos de cooperación y asociación entre todos los actores podrían beneficiar la aceleración y la densificación de la red y contribuirían a reducir costos.

Las carreteras fuera de las zonas urbanas requieren una atención especial para obtener una cobertura y calidad suficientes, en particular para los países de gran extensión, como España. La intensidad del tráfico y las estadísticas de accidentes pueden indicar qué zonas son más críticas para complementar y asegurar la cobertura y disponibilidad de red. Además, incluso las carreteras con baja intensidad de tráfico requerirían cobertura para obtener y compartir información, pero no necesariamente alta capacidad.

Consideraciones sobre obligaciones de cobertura en carreteras

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones sobre la importancia de la infraestructura de red en carreteras, como elemento básico para asegurar la disponibilidad de servicios 5G, es importante analizar los datos disponibles al respecto de obligaciones de cobertura que están exigiendo algunos países.

Algunos países han establecido obligaciones de cobertura en la regulación al tiempo de las subastas de espectro 5G con el fin de asegurar una determinada cobertura vial. Al diseñar estas obligaciones, los requisitos de rendimiento relacionados con los servicios de vehículos conectados deben evaluarse adecuadamente. La demanda de cobertura específica de carreteras no se formuló en muchas subastas para el despliegue anterior de la red móvil (por ejemplo, 2G, 3G, 4G) que estaban más bien orientadas a la población más que a la cobertura geográfica. Se describen varios ejemplos de estas experiencias de exigencia de cobertura.

En Alemania, en 2018, el Bundesnetzagentur alemán resolvió requerir obligaciones sobre las características de la red a lo largo de las carreteras³²:

- Cobertura con una velocidad de transmisión de al menos 100 Mbit/s y una latencia máxima de 10 milisegundos para todas las autopistas alemanas y todas las carreteras federales.
- Cobertura con una velocidad de transmisión de al menos 50 Mbit/s para todas las carreteras estatales.

En Francia, el regulador ARCEP y los operadores de redes móviles anunciaron un acuerdo histórico³³ para acelerar la cobertura móvil en las regiones francesas. Los operadores móviles se han comprometido a mejorar la calidad de recepción en todo el país, en particular en las zonas rurales y, lo que es más importante, para los vehículos conectados, los Operadores han expresado su compromiso de acelerar la cobertura de las rutas de transporte para todas las carreteras principales (es decir, autopistas y las carreteras que conectan las principales conurbaciones urbanas con un volumen medio de tráfico diario de 5.000 vehículos) y los ferrocarriles.

En los Países Bajos, la cobertura celular se compara típicamente con la cobertura de la población. Al comparar la cobertura en carreteras secundarias basadas en mapas de cobertura, los Países Bajos encabezan la clasificación mundial. Los argumentos se pueden encontrar en la subasta de las IMT-2000, en la que los licenciatarios debían cumplir la obligación de cobertura en enero de 2007. Esto incluye un nivel de servicio mínimo de datos de 144 kbit/s en el 95% de los casos:

- En el área urbana de todos los municipios que tengan al menos 25.000 habitantes.
- En todas las conexiones principales entre esos municipios (carretera, ferrocarril, vías navegables interiores).
- En todas las carreteras que pasan por los países vecinos Alemania y Bélgica.
- En las inmediaciones de los principales aeropuertos (Aeropuerto Schiphol de Amsterdam, Aeropuerto de Maastricht-Aquisgrán y Aeropuerto de Rotterdam).

Teniendo en cuenta el pequeño tamaño del país y la densa población, esto dio lugar a que la mayoría de las carreteras entre aldeas más pequeñas (es decir, <25.000 habitantes) fueran también cubiertas.

Hay varios países, principalmente fuera de Europa, donde se ha logrado una muy buena cobertura incluso sin obligaciones estrictas, utilizando los procedimientos tradicionales de “concursos para la asignación del espectro”.

³² Bundesnetzagentur – 5G award decisions III & IV of 26 November 2018 – www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/FrequencyAward2018/20181214_Decision_III_IV.pdf

³³ ARCEP document: ‘Results of the work done on achieving ubiquitous, high standard mobile coverage for every person in France’, 22 January 2018 – https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/description-dispositif-couverture-mobile-ENG-220118.pdf

Ni China ni Japón requieren tasas iniciales por obtener asignaciones de espectro, sino que valoran los compromisos de despliegue de las empresas y su correspondencia con los objetivos de política del país y, en consecuencia, asignan espectro. En Japón existe una alta disponibilidad celular 4G; ocupa el segundo lugar en la cobertura de la población mundial. Los argumentos se pueden explicar (según 5G-AA) porque:

- Japón tiene suficiente penetración de fibra óptica para su red de backhaul a nivel nacional, Esto permite a los Operadores implementar fácilmente servicios de comunicación móvil de banda ancha. Este factor es común a España.
- Fuerte demanda de clientes japoneses en cobertura, calidad y precio, desde que los sistemas de comunicación móvil de segunda o tercera generación entraron en el mercado. Además, la competencia entre los operadores móviles ha sido dura; clientes exigentes seleccionan los servicios móviles no sólo en el precio, sino también teniendo en cuenta el valor de la cobertura y la calidad.

Un aspecto muy importante en el entorno español y europeo es el de cobertura en corredores transfronterizos³⁴, Desde la Comisión Europea y mediante acuerdos bilaterales, se han llevado a cabo experiencias para asegurar que la disponibilidad de red 5G no encuentra fronteras geográficas entre países de la Unión Europea.

Consideraciones sobre compartición de infraestructuras

Se pueden distinguir dos tipos de uso compartido de infraestructuras: el uso de la infraestructura pública por parte de los operadores de redes móviles y el uso compartido de infraestructuras (por ejemplo, mástiles) de propiedad privada entre los Operadores. El intercambio de infraestructuras propiedad de empresas privadas (por ejemplo, operadores de carreteras privadas) también es una posibilidad.

Compartición de infraestructuras públicas

El primer aspecto se refiere al intercambio de infraestructura pública. Para ello, el nuevo Código Europeo de Comunicaciones Electrónicas es muy relevante. Según el artículo 57, los Operadores deben tener derecho a hacer uso de edificios públicos y otras infraestructuras para el despliegue de células pequeñas:

Los Estados miembros, aplicando, cuando proceda, los procedimientos adoptados de conformidad con la Directiva 2014/61/UE, garantizan que los operadores tengan derecho a acceder a cualquier infraestructura física controlada por las autoridades públicas nacionales, regionales o locales, que sea técnicamente adecuada para albergar puntos de acceso inalámbricos de pequeña superficie o que sea necesaria para conectar dichos puntos de acceso a una red troncal, incluidos los muebles de calle, como postes de luz, señales de tráfico, semáforos, vallas publicitarias, paradas de autobús y tranvía y estaciones de metro. Las autoridades públicas atenderán todas las solicitudes razonables de acceso en términos y

³⁴ Cross-border corridors for Connected and Automated Mobility (CAM) - <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/cross-border-corridors-connected-and-automated-mobility-cam>

condiciones justos, razonables, transparentes y no discriminatorios, que se harán públicas en un único punto de información.”

Los Estados miembros del Espacio Económico Europeo (EEE, países de la UE e Islandia, Liechtenstein y Noruega) están aplicando la presente Directiva de la UE en el Derecho nacional. El 5G-AA recomienda que esos mandatos no se limiten únicamente a células pequeñas, sino que también comprendan células de área amplia.

La experiencia previa ha demostrado que es necesario comunicar claramente a la sociedad los beneficios (por ejemplo, la mejora de los servicios de emergencia, la seguridad vial, la eficiencia del tráfico, el medio ambiente) para fomentar la aceptación del uso de las infraestructuras públicas por parte de las empresas privadas. Se necesitan campañas de información para convencer a los ciudadanos de que los servicios que son posibles gracias a las redes 5G harán sus vidas más fáciles y seguras.

Compartición de infraestructuras privadas

El segundo aspecto del uso compartido de infraestructuras es el intercambio de elementos de red (de propiedad privada) e instalaciones asociadas entre los Operadores. Así lo exige la Directiva Europea (2002/21/CE)20. Por ejemplo, la legislación nacional neerlandesa ha exigido durante algún tiempo que los proveedores de servicios de comunicación electrónica y sitios de mástiles deben cumplir las solicitudes razonables de uso compartido de sus sitios, sistemas de antena o antenas. En España, se han fomentado acuerdos voluntarios entre operadores a fin de compartir infraestructuras.

Modelo de agente proveedor de infraestructuras (Operador neutro)

Un tercer modelo de compartición de infraestructura se basa en una Entidad que se encarga del despliegue de infraestructuras como su modelo de negocio básico, en las que albergará los equipos de cada operador. La infraestructura de “neutral host” comprende una única infraestructura de red compartida para ciertos subsistemas clave. Estos activos se pueden proporcionar de forma de acceso abierto a todos los Operadores que buscan espacio, energía y conectividad. Los activos suelen ser desplegados, mantenidos y operados por un proveedor independiente de terceros como una “empresa de torres”. Todos los operadores de redes móviles interesados tienen acceso a sitios, propiedad del tercero, para alojar sus estaciones base. La infraestructura de host neutro permite que las eficiencias de CAPEX y/o OPEX ayuden a identificar y habilitar nuevos modelos de financiación.

A diferencia de las redes integradas verticalmente que se adaptan a una solución tecnológica, la infraestructura de host neutro es una plataforma compartida, capaz de apoyar a todos los Operadores y tecnologías, dando a sus clientes lo que buscan: una cobertura perfecta y una alta capacidad. Este enfoque permite a los operadores centrarse en la prestación de servicios y las empresas de infraestructura centrarse en el desarrollo de infraestructuras y la inversión de capital.

Infraestructuras de Energía, Agua, Gas

La **industria de la energía** se ha desarrollado durante varios siglos y ha evolucionado en diferentes áreas: combustibles primarios para la generación de energía, redes de transporte de energía, sistemas de calefacción, etc. El coste creciente de la energía para los usuarios y la necesidad de disponer del suministro asegurado de fuentes de energía por parte de las economías nacionales, combinado con las crecientes preocupaciones medioambientales, propician un gran cambio en los sistemas energéticos.

Toda la cadena de valor de la energía está cambiando: la introducción de multitud de pequeñas centrales de energía renovables (solar, eólica, etc.) en el sistema, cuya producción no puede controlarse de antemano como en el caso de las clásicas centrales eléctricas basadas en la quema de combustibles fósiles, unida al cambio en los patrones de demanda de energía de los usuarios (ejemplo: vehículos eléctricos), son factores importantes para este cambio. Las compañías eléctricas también están cambiando: los clásicos monopolios controlados por los Estados y las grandes compañías ven cómo pequeñas empresas independientes entran en el mercado. La infraestructura que soportan estos sistemas también está cambiando: en el entorno de las Smart Grids, las tecnologías 5G desempeñarán un papel fundamental.

Los casos de uso identificados son:

- Acceso.
- Red troncal.
- Red de transporte.

Según estudios³⁵ llevados a cabo por la industria fabricante de equipos 5G, la industria de energía y sus servicios públicos tiene un potencial de ingresos de 86.000 millones de dólares hacia 2030 y un CAGR alto esperado del 76% entre 2020 y 2030. La energía y los servicios públicos incluyen la generación de energía y la industria del petróleo y el gas, pero los edificios inteligentes y la infraestructura de ciudades inteligentes están excluidos del alcance de los ingresos de la industria de energía, agua y gas. Tanto los edificios inteligentes como la infraestructura en las ciudades inteligentes difieren significativamente de otras industrias de procesos en su estructura de mercado y configuración de la cadena de valor y, como tales, han sido excluidos.

La industria de energía está experimentando un alto crecimiento. Los casos de uso como contadores inteligentes y redes inteligentes ya se están implementando, pero los principales impulsores para la implementación 5G son las operaciones en tiempo real y la supervisión de los recursos energéticos distribuidos (por ejemplo, gemelos digitales) y la habilitación de servicios seguros y de calidad. Por ejemplo, los proveedores de energía podrán priorizar qué frecuencia o señal pueden utilizar para la telemetría de datos en línea según las cargas de trabajo. Un despliegue 5G sin asegurar un ancho de banda adecuado para el sector podría causar un daño importante a la red eléctrica y a la infraestructura crítica del país. Una preocupación con las tecnologías 5G planteadas son las ciberamenazas a la red eléctrica. El Informe de Riesgo 2019 del Foro Mundial de Economía clasifica a los “ciberataques” como

³⁵ Ericsson

una preocupación entre las 10 primeras en términos de probabilidad e impacto, mientras que no estuvo presente en ningún top 10 en análisis en años anteriores. Los ciberataques en la red eléctrica son vistos como una forma contemporánea de distorsionar el normal funcionamiento de la infraestructura, por lo que el riesgo cibernético para las redes eléctricas está creciendo. Por lo tanto, muchas empresas de energía y servicios públicos son muy conservadoras en cuanto a la inclusión de nuevas tecnologías.

En lo relativo a infraestructuras de **gestión del suministro de agua**, los operadores³⁶ consideran que en términos generales, como bien se espera, el 5G está orientado a ofrecer conectividad de banda ancha a un gran número de dispositivos, concentrados en un área pequeña, y con una latencia mínima. Generalmente, este escenario corresponde a sistemas con un elevado número de sensores conectados a sistemas locales que necesitan hablarse entre sí a muy alta velocidad. No es el escenario típico en el caso de una empresa de agua. Es cierto que se da en instalaciones industriales en el sector del agua, pero son lugares que ya cuentan con redes internas de fibra óptica, por lo que no son escenarios aplicables.

Con carácter general, en el mundo del agua existen sensores conectados a las redes, normalmente en el subsuelo. Este último factor ya supone que el número de sensores no pueda tener una gran densidad, ya que requieren un alojamiento subterráneo específico. La excepción son los contadores. Se pueden considerar otros escenarios para los contadores, con aplicaciones y casos de uso más o menos típicos del 5G, si no fuera por la fuerte limitación impuesta por la energía/batería. Hoy día, un contador debe durar 12 años.

En el mejor de los casos, las baterías disponibles en el mercado permiten una transmisión diaria de datos de consumo horarios durante el ciclo de vida del contador, siempre que se pueda usar comunicaciones de muy bajo consumo como NB-IoT. Son este tipo de protocolos los que tienen más futuro en el ciclo del agua: banda estrecha y consumo muy reducidos de energía.

Esta es la razón, por lo que en estos momentos la principal expectativa en 5G es la aportación del 3GPP en la release 16, en las redes LPWA. Pese a la gran aportación de la release 13 en 4G para las redes de bajo consumo, que ya está permitiendo el despliegue masivo tipo máquina, la optimización de la energía sigue siendo un reto de mejora, por lo que los mecanismos que se prevén que optimicen el rendimiento técnico de 5G IoT, están en las expectativas de los gestores de infraestructuras de suministro de agua.

Otro punto de atención es en lo referente a las nuevas bandas de frecuencias que se abren para 5G, la particularidad de los emplazamientos de interés del Operador de suministro de agua, mayoritariamente instalaciones de interior y zonas rurales, impone el uso de frecuencias bajas (segundo dividendo digital) lo cual condiciona el ancho de banda y el número de portadoras y consecuentemente el número de dispositivos concurrentes que puedan coexistir en esas bandas de frecuencias bajas, con otros posibles dispositivos IoT.

³⁶ Comentarios del Canal de Isabel II

Para el uso de frecuencias altas habrá que determinar sus limitaciones en cuanto a la penetración en interiores, lo que pudiera ser un factor limitante para Operadores de suministro de agua. Es por ello, que los operadores de suministro de agua consideran que los servicios de NB-IoT se deberían prestar principalmente en la banda de 700 MHz.

Otro factor importante en el caso de las empresas de agua es que muchas de sus instalaciones están en zona rural, en lugares donde los operadores comerciales no disponen de clientes y, por tanto, normalmente no ofrecen cobertura. Como consecuencia, es poco probable que exista cobertura 5G en muchos de esos lugares, máxime cuando las celdas 5G son más pequeñas.

No obstante las limitaciones a priori de penetración de señal en interiores y cobertura en zonas rurales, existen algunas aplicaciones que los operarios de las entidades suministradoras de agua podrán equiparse como funcionalidades con sistemas de realidad virtual o aumentada para el mantenimiento; la tableta, móvil u otro dispositivo (gafas, por ejemplo) de un operario necesitaría banda ancha y baja latencia para generar los efectos de Realidad aumentada y Realidad Virtual, orientados a guiarle en su proceso de mantenimiento.

En el terreno de la I+D+i, hay múltiples iniciativas en marcha. Cabe mencionar:

- GLOBAL 5G: <https://global5g.org/verticals/5g-energy>
- 5G-GROWTH: <http://5growth.eu/>

Agricultura y agroindustria

La industria agroalimentaria tiene un potencial de ingresos estimado en 11.000 millones de dólares hacia 2030 con un CAGR del 76% entre 2020 y 2030³⁷. En este sector, existe una resistencia a la tecnología disruptiva en el mercado de equipos de los agricultores debido al temor a la canibalización de los pocos productos existentes, lo que explica las inversiones estancadas. Además, los bajos márgenes en la agricultura seguirán siendo un obstáculo para las inversiones en tecnología a largo plazo.

Sin embargo, se espera que la industria agrícola sea un crecimiento general de los ingresos por digitalización. El principal impulsor de este crecimiento es la urgente necesidad de soluciones respetuosas con el medio ambiente que impulsan el desarrollo de nuevas tecnologías digitales para la optimización de recursos. Un caso de uso clave es el uso de información de datos en tiempo real para la optimización de recursos operativos y predicciones. La automatización y el control remoto de las granjas también son casos de uso en los que existe un gran potencial para hacer frente a los desafíos relacionados con el aumento de la urbanización, lo que resulta en menos agricultores disponibles. Para aprovechar al máximo el valor del control remoto, se necesita el gran rendimiento y la baja latencia habilitados por 5G.

La agricultura inteligente constituye una revolución en el campo de la agricultura que proporciona una enorme mejora de la productividad. Las capacidades mejoradas del sistema 5G soportan varios habilitadores de la agricultura inteligente, incluyendo:

- Robots agrícolas (AgBots) tales como tractores sin conductor, sembradoras de precisión, controladores automatizados de malas hierbas y plagas y cosechadoras automatizadas, lo que permitirá producir más y más calidad de cultivo con menos mano de obra;
- UAV (Vehículos aéreos no tripulados) o drones que proporcionan una vista de pájaro para la toma de imágenes, plantación y pulverización de cultivos para ayudar a optimizar la gestión de la tierra y los cultivos;
- Sensores para la monitorización en tiempo real de la salud de los cultivos, la salud y la ubicación del ganado, y las condiciones ambientales y climáticas;
- Comunicación entre todas las máquinas y sensores, y con redes de procesamiento, toma de decisiones y racionalización en tiempo real de las operaciones relacionadas con la tierra, el cultivo, el ganado, la logística y la maquinaria.

³⁷ Estudios de mercado de Ericsson

La tecnología 5G proporciona un valor relevante a las agroindustrias en general en varios escenarios, especialmente en la mejora de la eficiencia de la gestión.

Sub-sector	Escenario de uso de los servicios 5G
Granja Avanzada (Smart Farm)	Mejora de la gestión: control remoto de equipos, monitorización de la granja, automatización de máquinas
Bosque Avanzado (Smart Forestry)	Mejora de la gestión, monitorización de los recursos forestales, control de movimiento de animales, alertas/alarmas de fuego
Cría avanzada de animales (Smart Animal Husbandry)	Mejora de la gestión: monitorización y seguimiento de animales, monitorización de prados, monitorización de la salud animal y cría
Pesca avanzada (Smart Fishery)	Mejora de la gestión: monitorización de la calidad del agua, monitorización de productos acuáticos, pesca de pescado para consumo en la alimentación humana y seguimiento de su abundancia
Procesamiento productos alimentación	Mejora de la gestión y cadena distribución: control y traza de la evolución del alimento; mejora etiquetado ágil, mejora en control caducidad productos y reutilización

Ilustración 18. Algunos casos de uso de los servicios 5G en la agricultura

Además de los anteriores casos de uso generalmente identificados, existe un grupo de funcionalidades y aplicaciones en el entorno agroalimentario sobre los que la experimentación y pilotos futuros puede aportar luz al respecto del potencial de los servicios 5G en cada uno de los contextos agroindustriales. Ejemplos son:

- Uso de robots (Robótica)
- Inteligencia Artificial y sistemas predictivos en agrifood
- Vehículos autónomos
- Big Data (cultivos, ganados, suministros, alimentos)
- Desarrollo ambiental y economía circular
- Seguridad Alimentaria
- Blockchain Agrifood
- Cadena Logística
- Nuevos negocios en alimentación
- Ciberseguridad en la cadena agroalimentaria
- Open Data
- Sensorización
- Trazabilidad alimentaria

Algunas entidades³⁸ involucradas en el sector tecnológico y la innovación de las agroindustrias han manifestado que conocen y siguen la evolución de los avances que se están produciendo en la definición del estándar 5G, y han estado en contacto con diversos agentes del ecosistema de infraestructuras de telecomunicaciones. Desde una perspectiva del sector agroalimentario, especialmente en los ámbitos más ligados a la producción primaria, la importancia de la cobertura geográfica de los servicios es muy alta. Tal y como se ha definido el estándar 5G, los aspectos clave de mejora a nivel de usuario han sido la latencia, el ancho de banda y la densidad de comunicaciones. Se trata de mejoras muy orientadas a ámbitos urbanos, donde los principales retos tienen que ver con la congestión, pero es igualmente prioritaria la cobertura geográfica, donde el reto es la dispersión.

En el sector agroalimentario, sería idóneo lograr cobertura en el 100% del territorio, con unos anchos de banda aceptables (en muchos casos ya lo son en 4G) y con posibilidad de sensorizar muchos activos o equipos distribuidos en el territorio. Es un reto aún pendiente, la integración a nivel de usuario de las telecomunicaciones terrestres y el satélite, lo cual permitirá disponer de cobertura en el 100% del territorio. Por otra parte, y a partir de la experiencia del 4G, es fácil pensar que la actual cobertura de 4G no se va a lograr con 5G hasta dentro de una década, siendo los entornos rurales los últimos en ser dotados de antenas 5G. Si además se tiene en cuenta que en promedio hacen falta más antenas y energía para igualar la cobertura en 4G, es fácil estimar que el 5G va a llegar más tarde a los entornos rurales y con carencias importantes de cobertura a nivel geográfico. Por tanto, los casos de uso del sector agroalimentario, a corto plazo se centrarán en entornos urbanos, industriales, en el área de Industria Agroalimentaria 4.0. Mientras tanto y a corto plazo, en el sector agroalimentario se seguirán desarrollando y desplegando muchas soluciones sobre 4G y 3G, allí donde esas coberturas sean de buena calidad.

Desde el sector agroalimentario, se considera que 5G podría radicalizar la brecha digital entre la sociedad y economía urbana con respecto a la rural. Como se comenta anteriormente, la industria de la agroalimentación podrá beneficiarse de las ventajas del 5G al igual que otras industrias, pero la industria agrícola primaria necesitará cobertura de red como infraestructura básica. La utilización de tecnología y servicios 5G se limita al mundo urbano-suburbano, sin que haya experiencias comerciales en el entorno rural. No obstante, se están desarrollando pilotos y proyectos innovadores en entornos de industria agroalimentaria 4.0. Esta situación no es distinta en España con respecto a otros países, donde la utilización de servicios 5G en entorno agrícola se limita prácticamente a entornos de pilotos y experimentaciones.

Es importante notar que la industria agroalimentaria esté realmente enfocada en el corto plazo en explotar las posibilidades de la inteligencia artificial, IoT, robótica, automatización, etc.

Por mismas razones comentadas anteriormente con respecto a otros sectores verticales que necesitan de cobertura amplia, el sector agrícola requiere disponibilidad de red en toda la geografía, por lo que las bandas bajas de frecuencias (700 MHz) ofrecen mejores oportunidades de satisfacer las necesidades de este sector vertical.

38 Entre otras, Hispatec

Turismo

La industria del turismo puede utilizar las capacidades de red 5G para ofrecer experiencias más inmersivas, interactivas y emocionantes y proporcionar al turista un conocimiento mucho más profundo sobre la región visitada, sus sitios, atracciones e instalaciones. Algunos sitios turísticos tienden a estar mucho más concurridos que otros; gracias a un mayor rendimiento de datos y explotación los servicios 5G, un gran número de visitantes puede beneficiarse, entre otros:

- Realidad aumentada, ofreciendo, por ejemplo, una reconstrucción virtual en 3D de sitios arqueológicos, recorridos temáticos en museos y recorridos anotados por la ciudad que mejoran la experiencia de visita a una ciudad con arquitectura e información histórica;
- Transferencia automática de vídeo y fotos de alta calidad a la nube;
- Gestión inteligente del flujo de multitudes.

En opinión de agentes³⁹ del sector del turismo, el sector turístico es fundamental, muy relevante, para el desarrollo exitoso de la tecnología 5G en España. El turismo ha permitido mantener un crecimiento sostenido durante largos períodos de tiempo, incrementando el número de empresas, generando riqueza y creación de empleo, asumiendo un cierto papel como tractor y demandante de tecnologías y servicios.

Antes de llegada del COVID-19, en el año 2019 España logró un record de llegadas de turistas internacionales con 83,7 millones de turistas internacionales, que generaron también un record en gasto turístico total de 92.000 millones de euros⁴⁰. Estas magnitudes sitúan a España como el segundo país del mundo en número de entradas de turistas, por encima de Estados Unidos, y segundo también en ingresos por turismo. Asimismo, España es el primer destino europeo en entrada de turistas, primer destino mundial en turismo vacacional y tercer destino mundial en número de reuniones internacionales.

Así mismo, el último informe del Foro Económico Mundial sobre Competitividad del sector de Viajes y Turismo de 2017 que se publica cada dos años, en una comparativa con 136 países del mundo, sitúa a España por segunda vez consecutiva en el primer lugar del ranking mundial de competitividad turística. Una capacidad de competir en el contexto internacional que se sustenta, entre otros activos diferenciales en los siguientes:

- España es el segundo país europeo en número de plazas hoteleras, con 3.200.000, más del 50% de categoría superior, 4 y 5 estrellas; y 15.000 establecimientos de turismo rural, con una de las mejores relaciones calidad-precio de nuestro entorno.
- Cuenta con 31.140 km de carreteras, 15.461 km de red de ferrocarril, de los que 2.900 son de alta velocidad, segunda red más extensa del mundo y primera de Europa, por detrás de China y 47 recintos en la red de aeródromos.

³⁹ Entre otros consultados, Segittur, Turistec

⁴⁰ Fuente: Segittur

- España es una potencia en materia de turismo relacionado con la naturaleza, siendo el segundo país de Europa en superficie de espacios naturales, con 14 Parques Nacionales y 126 Parques Naturales, y siendo también segundo país del mundo en Reservas de la Biosfera de la Unesco con 42, solo detrás de Estados Unidos.

Desde el punto de vista de la diversidad de productos turísticos, España es el segundo país del mundo, por detrás de Estados Unidos, en la recepción de turistas extranjeros que tienen como motivo principal para viajar la práctica del golf. También la práctica del esquí alpino y deportes náuticos como navegación a vela, surf, windsurf y kite surf, y el submarinismo encuentran en España emplazamientos exclusivos. España dispone de más de 120 estaciones termales en media y alta montaña, litoral marítimo o en islas.

Existe por tanto una oportunidad única de que confluyan y se refuercen mutuamente las estrategias públicas y privadas en materia de turismo y desarrollo de tecnologías 5G. Una oportunidad para que la industria turística, con una enorme capacidad de competir globalmente y motor de la economía española (11,2% del PIB, 2,5 millones de puestos de trabajo, 13% del empleo, más de 350.000 empresas), actúe como tractor de sectores estratégicos como el de las tecnologías 5G aprovechando su fuerte capacidad de arrastre y sus fuertes efectos indirectos e inducidos considerando la capacidad de compra que ejerce sobre su cadena de proveedores entre los que se incluyen actividades de alto valor añadido como telecomunicaciones, TICs, transporte, energía o infraestructuras.

El desarrollo de la tecnología 5G en España debe entenderse como sinérgica a su capacidad de prestar servicios a las 350.000 empresas del sector turístico o a los más 83 millones internacionales que visitan España cada año, además de los propios residentes cuando nos desplazamos por nuestro territorio.

Segittur, como empresa pública al servicio de la Secretaría de Estado de Turismo y de su Estrategia, contribuye a mejorar los niveles de competitividad de la actividad turística, de sus empresas y de sus destinos turísticos, a través de la innovación, la digitalización y las nuevas tecnologías, entre las que se encuentran las tecnologías vinculadas a desarrollos 5G.

Desde el punto de vista de SEGITTUR la puesta a disposición de servicios e infraestructuras 5G en el sector turístico, entre sus empresas y turistas, trasciende el ámbito de la conectividad y va más allá del desarrollo de una nueva generación de telefonía móvil, abriendo unas posibilidades aún por explorar sobre la transformación industrial y social, por sus características de capacidad, baja latencia y densidad de conexiones entre objetos. Estas características técnicas favorecerán usos y nuevos modelos de prestación de servicios turísticos, produciéndose cambios en la cadena de valor del sector entre cada uno de sus agentes. Surgirán nuevos desarrollos de aplicaciones de mayor riqueza en contenidos e interactividad entre las personas cuando se desplazan fuera de sus lugares de residencia habitual (nacionales o extranjeros) y objetos con los que interactúan en sus viajes. La tecnología 5G emerge como un elemento fundamental a lo largo de todo el ciclo del viaje para lograr lo que se denomina como el “Frictionless traveller journey”.

La identificación, y su promoción, de casos de uso de las tecnologías 5G en turismo es un aspecto que debería potenciarse, especialmente en interacción con los diferentes subsectores que conforman la industria del turismo: hoteles, agencias de viaje, empresas de transporte de pasajeros y establecimientos de restauración y hostelería. Junto con la interacción con la empresa turística, para el desarrollo de esos nuevos servicios de mayor valor añadido o rediseño de los actuales para generar eficiencias y ahorros, sería necesario promover la interacción con los gestores de destinos turísticos, aprovechando para ello la Red de Destinos Turísticos Inteligentes de España.

Segittur participa en el proyecto europeo **5G-EVE**, enmarcado en el programa H2020-ICT-2018-2020 en torno a Tecnologías de la Información y la Comunicación, proporciona soluciones de red 5G integrales, comenzando por los operadores y los proveedores, extendiéndose a las industrias verticales y las PYMES; de este modo es posible contar con la combinación de experiencias, expectativas, soluciones y estrategias para la implementación operativa de los servicios 5G en el mercado. El proyecto 5G-EVE aspira así a crear las bases para un despliegue omnipresente de redes 5G de extremo a extremo en Europa. Para validar las tecnologías a construir, el proyecto contempla su aplicación en múltiples verticales de distinta naturaleza que garanticen un impacto real de la tecnología 5G en sectores como la energía, el transporte, las ciudades inteligentes, la industria 4.0 y el turismo.

En el marco de este proyecto, SEGITTUR lidera la vertical vinculada al turismo mediante la aplicación de los resultados de 5G-EVE con objeto de identificar nuevos productos, actividades y oportunidades de negocio dentro del sector turístico. Entre las posibilidades que se han analizado como posible caso de uso se encuentra el de Turismo inteligente: experiencia en la feria aumentada, eventos inmersivos. El turismo inteligente orientado a los negocios es una gran industria vertical que puede mejorarse en gran medida utilizando las capacidades 5G y aumentar los ingresos a través de servicios innovadores.

En el caso de uso de la feria aumentada el objetivo era contribuir a transformar la experiencia de los usuarios de eventos en ferias comerciales (expositores y visitantes), con el objetivo de mejorar sus interacciones (intercambio de información, discusión, redes, negociaciones y transacciones) aprovechando las tecnologías VR / AR y 5G. Las características principales incluidas en el servicio de Feria Aumentada son la interacción con mapas holográficos, realidad aumentada y comunicaciones holográficas interactivas. Los expositores pueden diseñar cabinas virtuales, con una variedad de contenidos y experiencias para interactuar con sus diversos tipos y perfiles de visitantes sobre una capa de realidad mixta; también pueden incorporar, cuando sea necesario, la presencia volumétrica 3D de terceras personas y objetos ubicados a distancia, así como como servicios de traducción en tiempo real para hacer que las comunicaciones de voz sean más efectivas entre hablantes de una variedad de idiomas.

Teniendo en cuenta la variedad de eventos e industrias vinculados a éstos, las posibilidades de innovación que ofrece la digitalización son múltiples, pero pueden basarse en elementos básicos comunes, como la planificación personalizada de la visita, la combinación de tecnologías VR/AR para la exposición de contenido e interacción multibanda en línea, el guiado asistido para los visitantes del recinto ferial en tiempo real, el acceso a flujos de información constante en materia de inteligencia empresarial respecto de las actividades en curso, etc.

A partir de estas premisas generales destinadas a proporcionar la “nueva experiencia de usuario” y teniendo en cuenta las posibilidades potenciales que ofrece el nicho de feria para la validación de tecnologías 5G, se han analizado los siguientes casos de uso:

Feria Aumentada: la implementación de un servicio de feria aumentada permitirá mejorar la experiencia física tanto de los expositores como de los visitantes al llevar las posibilidades de interacción empresarial al siguiente nivel, complementando la experiencia física con la realidad mixta y las herramientas de los asistentes a los eventos de feria.

Por un lado, los expositores necesitan un acceso seguro, simple y rápido a una amplia gama de información sobre sus productos y servicios para coordinar de manera eficiente el funcionamiento interno, responder sin problemas a las demandas y comunicaciones de los clientes, proporcionar un servicio personalizado al cliente e identificar clientes potenciales y diferenciar sus productos en el mercado. Por otro lado, los visitantes pretenden recopilar información relevante para sus organizaciones, definir una agenda de contactos fructífera y detallada antes del evento, aprovechar la oportunidad de hacer contactos clave en el mercado y organizar la información recopilada durante el evento.

Estas necesidades en el evento se pueden satisfacer al permitir una nueva forma de experimentar cualquier feria al agregar una capa combinada y aumentada y herramientas de asistencia y comunicación de RT, utilizando la realidad mixta como un espacio común de trabajo e interactivo para abordar los requisitos antes mencionados.

Time-travel: permite almacenar y recuperar fácilmente la información recopilada durante una feria, evento o congreso a través de un “servicio de experiencia grabado” en el que se pueden almacenar y ampliar la experiencia personal.

Los expositores y visitantes que participan en una feria acumulan e intercambian folletos, tarjetas profesionales, informes junto con cualquier otra información relevante para sus organizaciones, que representan una enorme carga de información y documentos que se recopilan en un corto espacio de tiempo, pero que es clave y estratégica para sus empresas y posibles operaciones comerciales.

Las tecnologías 5G pueden facilitar y simplificar esta compilación optimizando el acceso y compartiendo contactos e información recopilada e intercambiada a través de un servicio Time-Machine que recolectaría y almacenaría esta información para recuperar fácilmente todos los datos después del evento.

Además, este servicio facilitaría la revisión de contactos, la organización y, si se procede, el estudio estadístico para finalmente medir el impacto comercial de las acciones implementadas.

Video volumétrico: proporcionar un servicio de video volumétrico maximizaría la calidad de interacción presencial de los expositores y visitantes al superar las barreras de distancia, lo que posibilitaría llevar personas y bienes remotos a las instalaciones de la Feria cuando sea necesario.

Los organizadores, expositores y asistentes de las ferias siempre desean contar con la presencia física de los expertos más distinguidos; sin embargo la mayoría de las veces es irremediablemente imposible debido a los deberes y responsabilidades profesionales. La ubicuidad virtual ya es posible mediante el uso de servicios de teletransporte volumétrico, lo que permite acercar personas o activos ubicados en cualquier otro lugar a cualquier feria o evento y, por lo tanto, ofrece cobertura de eventos de 360°.

Las tecnologías 5G pueden facilitar los servicios de teletransporte volumétrico a través de la captura, transmisión y representación de información a sistemas holográficos y / o dispositivos VR/AR de cualquier conocimiento o información que sea de interés en cualquier evento o feria.

Este servicio aumenta de manera exponencial la calidad y contenidos de cualquier evento y se considerará un servicio distintivo para las instituciones de ferias comerciales.

Traducción en tiempo real: permitir la interacción en tiempo real entre expositores y visitantes superando las barreras del idioma y permitiendo conversaciones fluidas de alta calidad para hablantes de diversos idiomas.

Las ferias son multilingües, especialmente cuando se trata de turismo. Aliviar las barreras del idioma a través de un servicio de traducción simultánea en tiempo real, integrando aplicaciones de traducción automática, dispositivos portátiles, etc., facilitaría las operaciones y transacciones comerciales en el evento.

En cuanto a pruebas específicas, Segittur en el marco del proyecto europeo 5G-EVE, ha probado dos casos de uso concretos:

Desarrollo del caso de uso “eventos inmersivos”:

La participación en eventos es una constante en la industria turística y conseguir mejorar la visibilidad de los eventos profesionales a la vez que se proporciona una experiencia diferencial del producto a los asistentes es posible combinando la tecnología VR con el video 360°, de manera que se lleve la experimentación e inmersión al siguiente nivel, facilitando la organización y asistencia a eventos que tienen lugar de manera simultánea y dotándolos de una experiencia inmersiva gracias al video 360°.

Por una parte, el sector profesional requiere realizar eventos cuyo contenido y continente impacten en los usuarios objetivo, así como poder acceder a este contenido siempre que un usuario esté interesado en el mismo para responder sin problemas a las demandas de los clientes; por otra parte, se ofrece a los asistentes la posibilidad no sólo de simultanear contenidos de interés a su elección, sino de controlar su interacción con el evento en que se desarrolla el contenido en tiempo real, ofreciendo así una experiencia multinivel del evento.

Los contenidos de alta definición a través de video 360° podrán ser consumidos desde distintos ángulos y es aquí donde la conectividad 5G jugará un papel fundamental, pues entre otras consideraciones: será necesario un ancho de banda mayor que permita consumir contenidos con esa calidad de imagen sin que se produzcan cortes en el contenido; además se requerirá reducir la latencia para mejorar la experiencia del usuario en la recepción del contenido.

Desarrollo del caso de uso “entradas virtuales”

La venta de entradas o tickets virtuales es una oportunidad de generar nuevas fuentes de ingresos en cualquier evento profesional de la industria turística, especialmente en el caso del sector MICE⁴¹. La tecnología 5G facilitará el consumo de contenidos vía streaming respecto de cualquier evento gracias a la mejora en la conectividad y ancho de banda. En el caso de los organizadores, la venta de entradas virtuales permitirá paquetizar contenidos de acuerdo con múltiples segmentos de mercado, creando contenidos bajo demanda que sean de pleno interés del público objetivo.

Por otra parte, la asistencia a eventos virtuales facilitará el seguimiento e interacción directa con profesionales y usuarios, así como la recopilación de información relevante para sus organizaciones que, de otra manera, no hubieran podido asistir por razones de agenda, ubicación o costes.

El consumo de estos contenidos mediante video 360° con dispositivos VR proporcionará además un elemento diferencial que no implica modificación del contenido sino una mera adaptación con respecto a su difusión.

En general, la situación del uso de la tecnología 5G en el caso del turismo es todavía muy incipiente, vinculada en todo caso a experiencias puntuales, como la que desarrolló SEGITTUR en el marco de la última feria de FITUR 2020 en colaboración con los socios del proyecto 5G-EVE, Ericsson y la empresa YBVR⁴².

El desarrollo de 5G en el sector turístico deberá contar con la iniciativa del propio sector turístico, sus empresas y destinos, en interacción con las empresas de tecnología y operadores de telecomunicaciones, y laboratorios especializados.

⁴¹ El sector MICE (Meetings, Incentives, Conventions and Exhibitions) es el turismo de negocios en el cual el viaje está motivado por la realización de actividades laborales o profesionales por la asistencia a reuniones de negocio, congresos, convenciones, viajes de incentivo y otras reuniones similares.

⁴² <https://es.ybvr.com/>

De manera similar, la Asociación TURISTEC considera que el sector turístico siempre ha recibido abiertamente la llegada de nuevas tecnologías y el 5G puede suponer un punto de inflexión exponencial. Con el 5G no solo llega más velocidad, menor latencia y mayores conexiones a la vez. El turista 3.0 necesita de nuevas experiencias y el 5G será capaz de dárselas en tiempo real, visita de lugares con realidad aumentada que mejoren la experiencia de la visita, interacción con el entorno y con el resto de los dispositivos de su alrededor, acceso masivo a contenidos multimedia, etc. En definitiva, todo un nuevo abanico de servicios a disposición del turista que permitirá una mayor diversificación y desestacionalización de la oferta del destino.

En opinión de TURISTEC es importante que exista un despliegue amplio de 5G en la mayor parte de las zonas donde se desarrolla la industria turística. La colaboración público-privada es el mejor instrumento para liderar la introducción de tecnologías disruptivas. El esfuerzo tanto tecnológico como financiero que se tiene que ejecutar es muy elevado para que una sola empresa o entidad lo soporte. Además, en el caso del 5G no solo se requiere el esfuerzo del despliegue de redes, sino que también han de suceder los desarrollos, las aplicaciones, los nuevos contenidos, etc., y sobre todo la regulación que fomente y facilite la explotación de la tecnología 5G. A título de ejemplo, en el caso de las Islas Baleares, existe un plan para el desarrollo del 5G que supondrá:

- La ampliación de la infraestructura IoT existente.
- La creación de una infraestructura 5G propia.
- La creación de una infraestructura de acceso y de creación de servicios para la comunidad autónoma.
- La creación de un Laboratorio de investigación en IoT.
- Estudio de soluciones para las zonas turísticas con problemas de conectividad para garantizar la infraestructura necesaria y contar con una infraestructura mínima.

Además del proyecto con participación de Segittur, en el contexto europeo se llevan a cabo otros proyectos europeos de I+D+i, como

- 5G MONARCH⁴³.
- 5G-TOURS⁴⁴.

⁴³ <https://5g-ppp.eu/5g-monarch/>

⁴⁴ <https://5gtours.eu/>

Educación

Las tecnologías de la comunicación permiten nuevos modelos y aplicaciones educativas, que a su vez abordan el desequilibrio en la disponibilidad de recursos generales de educación. Los enfoques educativos se pueden adaptar a esfuerzos educativos específicos utilizando una combinación de modos de enseñanza (por ejemplo, en línea y fuera de línea). Estrictamente, podría considerarse que la educación no constituye per sé un sector vertical independiente, sino que se encuadra dentro de la transformación digital de servicios públicos y privados. Se mantiene separado porque algunos pilotos y experiencias se enfocan específicamente a este campo como uno de los pioneros en adoptar tecnologías 5G, dada su innata capacidad de absorción de la tecnología y la innovación.

Para la industria de la educación, el sistema 5G permitirá:

- enseñanza virtualizada y aumentada, utilizando servicios de realidad virtual y realidad aumentada para mejorar y animar enfoques tradicionales;
- experimentos virtualizados y aumentados que proporcionan dispositivos y equipos virtualizados con los que el estudiante puede interactuar, especialmente para los experimentos asociados con dispositivos costosos o peligros extremos;
- Enseñanza interactiva remota, ofreciendo una experiencia síncrona e interacción remota entre profesores y estudiantes de diferentes escuelas, así como la inclusión de niños que de otra manera no podrían asistir a la escuela;
- gestión del personal escolar, activos y seguimiento del entorno escolar, lo que ayuda a salvaguardar las personas y los recursos.

Entre las funcionalidades demandadas, pueden agruparse en aplicaciones:

- En clase; mejora de la calidad de la educación: educación interactiva con realidad extendida (XR), educación remota en alta definición, entrenamiento y operaciones con realidad virtual.
- En el Campus avanzado-inteligente; Gestión mejorada del campus educativo: vigilancia y seguridad, gestión del equipamiento educativo, gestión de residencias estudiantiles.

Algunos otros desarrollos, inicialmente orientados al sector Media, pueden ser también de aplicación en la educación. Este es el caso de los desarrollos de CINFO, que pueden producir aplicaciones de televisión y video en directo, aplicadas a entorno de la educación. Este desarrollo se basa en la producción automática y producción remota de contenidos. Como se ha visto anteriormente, las aplicaciones y funcionalidades de procesado de video y transmisión de contenidos constituyen uno de los casos de uso más importantes con carácter transversal en varios sectores verticales. En el campo de la educación, esto se aplica a la humanización de las visiones mediante cámaras de video que graban todo tipo de contenidos en tiempo real, así como nuevos tipos de webinars participativos mezclados con contenidos educativos en 3D.

Servicios Financieros

De manera similar al razonamiento aplicado para el sector de la educación, podría considerarse que los servicios financieros no constituyen per sé un sector vertical independiente, sino que se encuadran dentro de la transformación digital de servicios públicos y privados. Se mantienen aquí en capítulo separado porque algunos pilotos y experiencias se enfocan específicamente a este campo como uno de los pioneros en adoptar tecnologías 5G, dada su innata capacidad de absorción de la tecnología y la innovación. Asimismo, se ha podido obtener información específica de la industria 5G al respecto del potencial de los servicios financieros como implementadores y usuarios de la tecnología 5G.

La industria de servicios financieros tiene un potencial de ingresos⁴⁵ estimado en 37.000 millones de dólares hacia 2030 con un CAGR del 67% entre 2020 y 2030. Se advierte, no obstante, una creciente preocupación por la seguridad cibernética que obliga a la industria a replantearse constantemente sus inversiones tecnológicas. Se prevé que la industria de servicios financieros supere esos desafíos y experimente un crecimiento en los próximos años con un CAGR del 122% en 2020-2026.

La ciberseguridad detiene la velocidad de la digitalización dentro de los servicios financieros, ya que la confiabilidad y la confianza son muy necesarias para todas las transacciones. Se está convirtiendo en una prioridad de negocio y cada vez más vital actuar sobre ello. Esto constituye nuevas posibilidades para los casos de uso habilitados para 5G posibles que necesitan grados máximos de seguridad. Por ejemplo, como la latencia y la respuesta rápida son aspectos críticos en la detección de fraudes, Microsoft Azure introdujo un servicio de detección de fraude impulsado por IA con tiempos de respuesta inferiores a 2 segundos.

⁴⁵ Datos de estudios de Ericsson

Ericsson observa un nuevo potencial para que 5G sea monetizado dentro de los avances de blockchain debido a las capacidades de transacciones rápidas y confiables. El sector financiero representa alrededor del 60% del valor total del mercado blockchain. Los bancos están colaborando hoy con empresas de software para desarrollar tecnología blockchain para servicios financieros confiables, por ejemplo, Microsoft y Bank of America invirtiendo en intercambios impulsados por blockchain entre empresas y otras partes interesadas.

La industria financiera requiere una plataforma segura, fiable y ampliamente adaptada para permitir servicios financieros avanzados. 5G proporcionará una plataforma de este tipo y acelerará la transformación digital para los bancos, impulsando la omnipresente banca con sus operaciones y la prestación de un mejor servicio al cliente. 5G ofrece una serie de capacidades que se pueden necesitar de la industria financiera, incluyendo:

- velocidades de datos gigabit que permiten la recopilación de una gran cantidad de datos del mercado bursátil para un análisis rápido;
- comunicación ultrafiable y de baja latencia que permite una respuesta y un control rápidos en el comercio móvil, y garantiza que las transacciones de compra y venta críticas en el tiempo se realicen con apoyo en la red móvil mediante el uso de la tecnología de computación avanzada de acceso múltiple;
- conectividad robusta utilizando un gran número de dispositivos para acelerar la capacidad de los dispositivos para compartir datos y proporcionar pagos personalizados y micro-pagos a través de dispositivos conectados ubicuos. Este número de dispositivos y conectividad podrían liderar el desarrollo de una nueva era de servicios financieros;
- mayor seguridad, que mejorará significativamente la seguridad y la confianza de las operaciones bancarias tanto para los bancos como para los clientes, contribuyendo así a garantizar la autenticidad de las transacciones y la prevención del fraude.

Comercio

De manera similar al razonamiento aplicado para los sectores de la educación y los servicios financieros, podría considerarse que el comercio no constituye per sé un sector vertical independiente, sino que se encuadra dentro de la transformación digital de servicios públicos y privados. Se mantienen aquí en capítulo separado porque algunos pilotos y experiencias se enfocan específicamente a este campo como uno de los sectores que tendrá un desarrollo importante en la adopción de las tecnologías 5G. Asimismo, se ha podido obtener información específica de la industria 5G al respecto del potencial de los servicios financieros como implementadores y usuarios de la tecnología 5G.

La industria del comercio minorista tiene un potencial de ingresos⁴⁶ estimado en 28.000 millones de dólares hacia 2030 con un CAGR significativo del 85% entre 2020 y 2030. Se espera que los ingresos habilitados para 5G en la industria minorista surjan algo más tarde de lo inicialmente previsto. Sin embargo, se prevé que la industria experimentará un rápido crecimiento en los próximos años, del orden del 152% en el período 2020-2026.

Los principales impulsores de la digitalización de la industria en los últimos años están relacionados con el seguimiento y análisis de clientes y activos (por ejemplo, RFI, marketing personalizado, compras sociales, pero también aplicaciones de Inteligencia Artificial) para mejorar la experiencia de compra. En los últimos años, los minoristas también han comenzado a experimentar activamente con la innovación tecnológica como una poderosa herramienta para ganar y retener clientes, por ejemplo, mediante la hiper-personalización.

Por ejemplo, Sailthru publicó un índice de clasificación de Top Retail Brands basado en la personalización en 2017 y ahora se actualiza anualmente y, según el estudio de la fuerza de ventas, el 51% de los consumidores esperan que las empresas anticipen sus necesidades y marquen las sugerencias relevantes antes incluso de ponerse en contacto con el comercio. Sin embargo, estas tecnologías y aplicaciones han sido hasta ahora menos dependientes de la tecnología 5G, razón por la cual el potencial de ingresos habilitado para 5G todavía muestra un potencial comparativamente menor. El alto requisito de las preocupaciones de seguridad y privacidad de los datos son también algunas de las fuerzas que ralentizan la digitalización en la industria minorista.

Los factores clave de valor para el 5G en la industria minorista incluyen, por ejemplo, varias aplicaciones de realidad mixta y servicios de entrega mejorados, como drones de entrega. Tampoco se espera que alcance una adaptación masiva en los primeros años del 5G, sino que impulsará el crecimiento de los ingresos hacia 2030. Sin embargo, sólo unas pocas cadenas minoristas grandes pueden tener los fondos de inversión para implementar esos casos de uso a gran escala, limitando así el potencial del mercado.

⁴⁶ Datos de estudios realizados por Ericsson

Industria de la construcción

Aunque parecería que se identifica a la industria de la construcción como un sector vertical importante en el marco bien de la transformación de servicios o bien en el contexto de las Ciudades inteligentes, su identificación en este informe proviene de que es un sector mencionado en el 5G White Paper de Next Generation Mobile Networks y obviamente, se considera que es un sector que merecerá la pena de futuro análisis más detallado sobre su impacto en la implementación de las tecnologías 5G.

Es muy importante para la industria de la construcción entregar proyectos de construcción dentro de los plazos planificados, garantizando al mismo tiempo el más alto nivel de seguridad y condiciones de trabajo de los empleados. Por esta razón, la gestión de los vehículos utilizados, el funcionamiento autónomo de dichos vehículos, el funcionamiento seguro de las máquinas y los vehículos serán muy importantes en el futuro. El sistema 5G soportará un sistema inteligente autónomo para proyectos de construcción proporcionando, entre otros:

- Baja latencia, alta fiabilidad y conectividad de alta disponibilidad para sensores y controladores, con una alta densidad en una zona geográfica determinada;
- transmisión de vídeo en tiempo real de alta calidad;
- ubicación de alta precisión de equipos y seres humanos;
- recursos informáticos locales (Edge computing) para controlar, por ejemplo, el movimiento de vehículos.

La industria de la construcción puede considerarse como parte del ecosistema de Ciudades Inteligentes.

Ciudades Inteligentes

Las ciudades y comunidades inteligentes esperan aumentar el espacio de redes para infraestructuras urbanas inteligentes, mejorar las capacidades de recopilación y procesamiento de información, mejorar las capacidades de gobierno de seguridad urbana, integrar varias aplicaciones inteligentes para las comunidades y mejorar la eficiencia del gobierno y la calidad de vida. Para las ciudades y comunidades inteligentes, 5G permitirá muchos servicios y aplicaciones:

- transmisión de vídeo de alta calidad, posicionamiento y seguimiento para mejorar la eficiencia de monitoreo de seguridad;
- sensores inteligentes en red, incluido el vídeo, para realizar el monitoreo ambiental urbano, apoyando una mejor gestión integrada de la ciudad y diversos servicios al ciudadano como la gestión del tráfico y el transporte, y la gestión y planificación de recursos.

España es pionera en pilotos y experiencias 5G en varios entornos, siendo la mayoría desarrollados en contextos de futuras ciudades y comunidades inteligentes. El Informe anterior del Observatorio Nacional 5G sobre regulación, normalización técnica y despliegue de redes incluye una descripción de algunos de los pilotos en marcha que están relacionados con la implantación de tecnología 5G en ciudades.

A título de ejemplo, se citan aquí los esfuerzos del Municipio de Albacete. La entidad KAAM y el Ayuntamiento de Albacete consideran que la administración pública que dirige varios municipios en una zona en la que la cobertura de internet por cable es a menudo inalcanzable, es muy importante el impulso que traerá la tecnología 5G y es de alto interés para el desarrollo económico y social del Municipio y la provincia. En los Ayuntamientos de municipios pequeños, en zonas de difícil comunicación por cable el uso de la tecnología móvil no está extendido, y a menudo encontramos zonas en las que ni siquiera el 4G se ha desplegado plenamente.

El liderazgo de despliegue de redes y servicios públicos en entornos municipales deberá estar liderado probablemente por municipios que consigan masas críticas de usuarios y puedan validar la aceptación social y económica de los nuevos servicios. Los municipios pueden colaborar ciertamente en la facilitación del despliegue de infraestructuras en los entornos urbanos, así como en la utilización (cesión o alquiler) de terrenos y ubicaciones para la instalación de infraestructuras, apoyando económicamente las inversiones en infraestructuras necesarias y contribuyendo en la promoción y modernización de los servicios y la comunicación a los usuarios y ciudadanos.



Contribuciones de los operadores de telefonía móvil

Los operadores móviles son la base principal del ecosistema y juegan un rol determinante a la hora de impulsar la tecnología 5G, dado que son los más capacitados para poner a disposición de empresas y particulares esta nueva tecnología con todas las garantías de calidad y seguridad. Es importante considerar que la tecnología 5G es vista como una evolución de las capacidades 4G y se prevé que ambas tecnologías, así como otras evoluciones intermedias, coexistan durante un periodo prolongado, de ahí que los operadores sean clave en el desarrollo de la tecnología 5G dado que son los actuales proveedores de la tecnología 4G.

Los operadores tienen interés en esta nueva tecnología en dos vertientes:

- Como proveedores de la tecnología y los servicios que funcionarán sobre ella.
- Como usuarios de la propia tecnología, aprovechando los beneficios que trae para evolucionar el propio negocio de los operadores, tanto a nivel de procesos como a nivel de puesto de trabajo y sistemas de producción. El 5G permite replantearse el proceso de digitalización y modernización buscando el aumento de la eficacia y productividad de los recursos materiales, humanos y financieros, mejorando su gestión interna y de aplicación en sus procedimientos.

Una de las acciones más evidentes que acelerarían este proceso se basa en el diseño de un puesto de trabajo digital para el empleado que prevea la implantación de un modelo deslocalizado en el que la carga de trabajo cualificado sea accesible a las personas más indicadas para su desempeño y en el que se determine el lugar de trabajo alternativo al presencial, que el trabajador pudiera libremente elegir.

El uso de la tecnología 5G está claramente en aumento, con grandes despliegues en los principales países de Europa y centrándose en el desarrollo de pilotos de diferentes casos de uso tratando de cubrir el mayor número de verticales posibles.

Hay que recalcar que hoy en día existen retos y dificultades para el éxito de la tecnología 5G, que se acaban resumiendo en uno que de alguna manera engloba todos ellos, y que no es otro que la creación de un entorno favorable para la inversión en redes que permitan materializar la sociedad del Gigabit. Para ello todos los factores deben conjugarse: la creación de un entorno que permita la innovación, la aplicación de una política de espectro que facilite y armonice la situación en Europa y se aleje de los modelos fragmentarios, la adopción de facilidades de despliegue de infraestructuras *small cells inclusive*, etc.

Impulsar este ecosistema y entorno favorable permitirá a las empresas lanzarse a usar real y comercialmente la tecnología 5G, más allá de puros pilotos y pruebas de concepto.

Para terminar este apartado, el éxito de la tecnología 5G tampoco es ajeno a los conflictos comerciales y geopolíticos en los que estamos inmersos en los últimos tiempos.

El papel Administración Pública en todos sus niveles será fundamental para el éxito del despliegue 5G. Desde la Administración del Estado (con las condiciones de la subasta de la banda 700 MHz, los procedimientos administrativos para encendido de estaciones radioeléctricas, etc.), hasta las Administraciones Locales (con procedimientos y normativas fiscales facilitadoras de despliegues en sus territorios), han de jugar un papel clave.

Los operadores participan activamente en el desarrollo de los estándares del 3GPP. Estos trabajos de normalización están actualmente en curso: tras la fase de estudio llevada a cabo en versión 14, la primera definición del estándar 5G real se completó en la versión 15, para posteriormente agregar más optimizaciones y definir otros servicios de red en versión 16.

En todas estas fases para la definición de requisitos de próxima generación dentro del 3GPP (3rd Generation Partnership Project) y la Next Generation Mobile Network Alliance (NGMN), los operadores están involucrados.

Asimismo, los operadores consideran oportuno hacer alusión al caso de éxito español sobre el despliegue de infraestructuras y redes NGN en nuestro territorio, su capilaridad y la relevancia del sector de las Telecomunicaciones para la digitalización de la economía, sociedad y Administración, todo ello como base para el desarrollo del 5G.

En primer lugar, cabe mencionar que España cuenta con unas prestaciones de conectividad punteras en el mundo tanto en redes fijas como móviles. Respecto a las primeras, España dispone actualmente de la red de fibra óptica más extensa de Europa con más del 81% de la población con cobertura de redes con velocidad de acceso a internet superior a 100 Mbit/s (según los últimos datos públicos⁴⁷), la cual, previsiblemente, crecerá con la nueva convocatoria de ayudas públicas al despliegue de redes NGN.

⁴⁷ <https://advancedigital.gob.es/banda-ancha/cobertura/Paginas/informacion-cobertura.aspx>

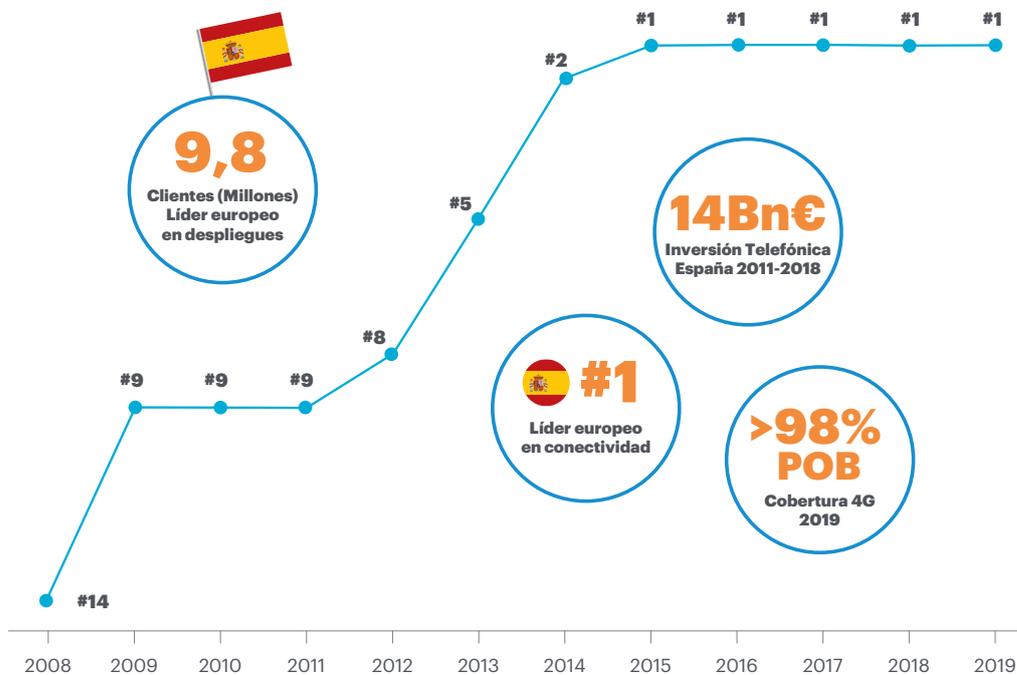


Ilustración 19. Posición comparativa de España por clientes de FTTH en Europa

Asimismo, los despliegues fijos se ven complementados con una red móvil absolutamente capilar, sobre la que los operadores ofrecen soluciones basadas en 4G, cuya cobertura en España se sitúa ya claramente por encima del 99% (también según los últimos datos publicados). Adicionalmente, cabe añadir que una parte importante de dicho despliegue se ha focalizado en las zonas y núcleos de población más pequeños y rurales, destacando el Plan LTE800 por el que se obliga a los operadores con frecuencias en la banda de 800MHz, a la prestación de una solución que posibilite el acceso banda ancha de 30Mbps, con la finalidad de alcanzar el 90% de cobertura poblacional en las entidades singulares de población de menos de 5.000 habitantes antes desde el 1 de enero de 2020.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, no hay a duda que España se sitúa a la cabeza de Europa para una implementación eficiente y rápida de la tecnología 5G basándose en la infraestructura ya desplegada y la capilaridad de la misma, y sobre dicha infraestructura se apoyarán las distintas industrias para desarrollar nuevos negocios y casos de uso, lo que sin lugar a duda, de verse refrendado por un marco regulatorio adecuado, situará a España como uno de los líderes en el ecosistema 5G.

Para los casos de uso de eMBB y mMTC los usuarios necesitarán conectividad en una parte amplia del territorio, que junto con los casos de uRLCC cuyas demandas de cobertura serán más limitadas pero su dispersión geográfica es también relevante, parece que surgirán las necesidades de conectividad 5G en distintos puntos del territorio nacional. Por ello, los operadores de telecomunicaciones con sus previsibles despliegues 5G, que irán desplegando amplia y gradualmente a lo largo del territorio, son los socios tecnológicos clave para los distintos sectores verticales, de una forma aún más acentuada que lo que ha venido ocurriendo con anteriores tecnologías.

En este sentido, es imprescindible tener en cuenta que el 5G se diferencia de forma significativa del 4G en que con la nueva tecnología el foco estará en el caso de uso y las demandas específica del cliente, siendo aún más relevante, si cabe, la colaboración entre el operador de telecomunicaciones y el vertical para poder satisfacer una serie de requisitos de conectividad muy exigentes, algunos de los cuales ya se están desarrollando en distintos pilotos de colaboración entre ambos ámbitos como se explicará en el siguiente apartado. Es más, cabe mencionar dos tecnologías diferenciales para la prestación de servicios a los verticales en las que están trabajando de forma intensa los operadores con distintos suministradores de equipamiento (vendors), que son el network slicing y el edge computing, ambas orientadas a la prestación de un servicio de las más altas prestaciones y capacidad que permita desarrollar casos de uso avanzados en distintas industrias garantizando la seguridad y escalabilidad de la red.

Por último, los operadores recuerdan que el sector está sometido a una fuerte presión competitiva, especialmente los operadores de telecomunicaciones, que ante las importantes inversiones a acometer para el despliegue del 5G, observan en los nuevos casos de uso y negocios que desarrollará la industria apoyándose en las redes de los primeros una palanca que permita rentabilizar dichas inversiones, esperando que las políticas que se desarrollen, cuando así sean necesarias, contribuyan a potenciar o complementar el normal desarrollo del mercado y la prestación de servicios de los operadores a las industrias verticales, lo que afectará positivamente en el desarrollo de las redes 5G y, finalmente en beneficio de todos los clientes y usuarios del mismo.

En definitiva, los operadores de telecomunicaciones son, no sólo el actor fundamental del despliegue de las redes 5G con una capilaridad necesaria para atender las distintas demandas de toda índole que puedan surgir en nuestro país, sino uno de los principales socios tecnológicos de los distintos verticales para poder desplegar con éxito los casos de uso que se están desarrollando en la actualidad. Por ello, es especialmente relevante que el marco regulatorio permita generar unos incentivos adecuados a los operadores para acometer las inversiones necesarias que permitirán afrontar la tan necesaria transformación digital de la sociedad y economía españolas, según se explicará a continuación.

Cabe mencionar que los operadores van a tener que afrontar unas inversiones muy significativas para el despliegue de la tecnología 5G, siendo una de las partidas más relevantes el coste del espectro que han de asumir los mismos. Por lo tanto, un marco regulatorio que fomente la inversión frente a la competencia, y promueva la puesta a disposición de los operadores de una cantidad suficiente de espectro en condiciones de uso adecuadas, en el momento oportuno, con precios ajustados y facilidades para el despliegue, permitirá facilitar el desarrollo y rápida implementación de la tecnología 5G en nuestro país por parte de los operadores.

En este sentido, cobra especial relevancia la disponibilidad de espectro en la banda de 26 GHz, con carácter adicional a las bandas de 700 MHz y 3,5 GHz, para poder prestar servicios 5G en a los distintos verticales, especialmente en entornos industriales y fábricas con bajas latencias y un número de objetos conectados muy relevante. La banda de 26 GHz debe contar con anchos de banda suficientes, que permitan ofrecer a los verticales, en condiciones competitivas, un servicio 5G mejorado frente al que se puede obtener en bandas más bajas.

Por otra parte, algunos operadores consideran que ciertas respuestas dadas por parte de algunos reguladores ante las solicitudes de espectro dedicado para los verticales, como ha sido la de Alemania que ha reservado espectro en bandas armonizadas, están produciendo resultados indeseados al generar una escasez artificial de espectro en el mercado, lo que se ha traducido en significativos incrementos en los precios de adjudicación del espectro y una infrautilización por una demanda insuficiente por parte de la industria la cual mayoritariamente opta por apoyarse en las redes y servicios prestados por los operadores de telecomunicaciones que permiten prestar una solución integral de mayor valor añadido.

A lo anterior, cabe añadir que aproximaciones como la de Alemania, al reservar el espectro a los verticales, generan un sesgo artificial a favor de soluciones distintas de las de los operadores móviles, que obtendrán a futuro una menor rentabilidad y necesariamente implicará una menor cuantía de recursos disponibles para afrontar los distintos despliegues del 5G, lo cual a su vez supondrá una clara merma en los servicios que esperan recibir los clientes y los sectores verticales que podrían disponer de unos mayores y mejores despliegues por parte de los operadores en caso de no haberse producido dichas reservas de espectro.

Desde el punto de vista de un operador de infraestructuras neutras, el sector es clave para la tecnología 5G. Como es sabido esta nueva generación de tecnologías móviles, aparte de las conocidas ventajas que conlleva, acarrea también la necesidad de una alta densificación con un mayor número de equipos desplegados en zonas más cercanas al usuario final. Eso implica, por un lado, que los operadores deban realizar grandes inversiones en equipos de acceso radio y, por otro, que la administración buscará soluciones para que en zonas altamente pobladas no se multiplique por 3 o 4 el número de equipos que se instalen en el mobiliario urbano.

A la hora de facilitar el despliegue del 5G sobre el territorio, las administraciones públicas pueden ejercer un rol crucial en diversos aspectos:

- Garantizando que la subasta para la asignación del espectro 5G se realiza a precios competitivos, evitando que los posibles sobrecostes a afrontar por los operadores de telefonía a la hora de hacerse con las nuevas licencias 5G pueda condicionar sus futuras inversiones en el despliegue de la red
- Eliminando las barreras al despliegue del 5G en áreas urbanas, siguiendo las indicaciones recientemente establecidas por la UE en su documento: *Implementing regulation on small cells*
- Facilitando la reserva de espectro para el desarrollo del "5G industrial", vinculado al desarrollo de la Industria 4.0
- Estimulando la compartición de infraestructuras para reducir la inversión y minimizar el impacto sobre el territorio
- Aportando información rigurosa y veraz a los ciudadanos acerca del 5G.

Se añaden también los comentarios de operadores neutros:

- Es necesario un marco global de certeza a largo plazo sobre el acceso al espectro para todos los servicios, ya sean 5G u otros, así como para otros servicios como, por ejemplo, audiovisuales, seguridad y emergencias, IoT, etc. Todas las inversiones realizadas en redes necesitan certidumbre a largo plazo.
- La otorgación de cualquier nueva licencia de espectro (derivadas de subastas, concursos o renovaciones) debe ser tecnológicamente neutra y debe priorizar la inversión en red para prestar servicios a los ciudadanos frente a la recaudación pública.
- Optimizar la eficiencia de las bandas ya disponibles para servicios móviles; densificación, refarming, etc.
- Incentivar usos innovadores de las bandas de espectro con menos interés para los MNO's como, por ejemplo, las bandas SDL (700, 1400) o TDD (2600).
- Explorar modelos innovadores en gestión del espectro como la compartición (spectrum sharing) o el espectro y red dedicados para aquellas aplicaciones verticales que, por sus necesidades de servicio, lo requieran.



Contribuciones de proveedores de tecnología

Nokia

Como fabricante de equipamiento, NOKIA colabora con los operadores del servicio de comunicaciones electrónicas. A lo largo de este Informe se han recogido aspectos relevantes de los estudios que ha aportado NOKIA. Entre otros:

- **Nokia:** Beyond connectivity: CSP perspectives on higher-value 5G use cases Analysis and advice based on CSP perspectives. A Nokia-Omdia research paper⁴⁸.
- **Nokia Mapping demand:** The 5G opportunity in enterprise for communications service providers IT decision-makers reveal their perceptions of 5G and their plans for deployment

Algunas de las informaciones más relevantes contenidas en estos documentos se extraen a continuación. Este análisis de NOKIA está orientado a identificar funcionalidades tecnológicas y casos de uso que permitan guiar posibles negocios y servicios que serán de interés para los Operadores de servicio de comunicaciones electrónicas y Proveedores de Servicios.

Los Operadores y Proveedores de servicios están al tanto de los nuevos servicios y las oportunidades de ingresos de 5G, que serán especialmente bienvenidos en los mercados móviles donde el crecimiento de los ingresos de banda ancha móvil de consumo se ha ralentizado. Cómo serán esas oportunidades de servicios e ingresos sigue siendo una cuestión abierta. Para hacer que las posibilidades prácticamente ilimitadas sean más manejables, Nokia Bell Labs ha identificado ocho categorías de casos de uso generales:

- **Acceso inalámbrico fijo (FWA).** FWA en hogares y empresas brindará velocidad y confiabilidad similares a las de la fibra a lugares donde actualmente no hay infraestructura, o donde las redes cableadas serían demasiado costosas de implementar, o en competencia directa con las ofertas fijas existentes.
- **Videovigilancia y análisis.** La baja latencia y la alta capacidad de 5G respaldan en gran medida la videovigilancia y el análisis mejorados, con cámaras móviles y portátiles que brindan cobertura de espacios previamente inaccesibles y permiten una toma de decisiones más precisa en casi cualquier industria.

⁴⁸ <https://onestore.nokia.com/asset/207152>

- **Experiencias inmersivas.** La realidad virtual (VR) de 360 grados habilitada para 5G colocará a las audiencias en el centro de los eventos de una manera completamente nueva, mientras que la realidad aumentada (AR) da vida al comercio minorista y brinda a las empresas la capacidad de tener ayuda experta remota en todas partes.
- **Estadios inteligentes.** La RA se puede utilizar en estadios, teatros y otros lugares de entretenimiento para ofrecer una experiencia más inmersiva para los aficionados y seguidores, ofreciendo superposiciones de contenido en tiempo real y más.
- **Robótica y automatización en la nube.** Los expertos tienden a estar de acuerdo en que el futuro de la fabricación es automatizado y robótico. A medida que esos sistemas se vuelvan más afinados y críticos para el negocio, se necesitarán nuevas capacidades de red dinámicas para respaldarlos, lo que 5G es ideal para ofrecer soluciones personalizadas a cada industria.
- **Control remoto de la máquina.** Los drones, las grúas, los brazos robóticos y otra maquinaria pueden funcionar de manera más eficiente y segura cuando se operan de forma remota. Tales máquinas requieren conectividad inalámbrica confiable, a menudo a largas distancias, con baja latencia para un control preciso y sensible.
- **Vehículos conectados.** 5G mejorará los viajes por carretera de varias maneras, haciéndolos más seguros, más rápidos, más eficientes energéticamente y más agradables. La aplicación definitiva serán carreteras llenas de vehículos asistidos y autónomos.
- **eSalud.** Este caso de uso cubre una amplia categoría de aplicaciones empresariales y para el consumidor, que incluyen el monitoreo de dispositivos portátiles de salud, telemedicina, soporte de transferencia de pacientes y llevar servicios médicos a áreas remotas.

La cuestión para los Operadores de redes y servicios es cuál de estos es mejor perseguir primero y qué se necesita para comenzar a ofrecerlos.

Por su parte, NOKIA a través de Nokia Bell Labs ha investigado sobre las expectativas de casos de uso que se reportan en su Informe de 2019: CSP perspectives on higher-value 5G use cases. Para este estudio, se han seleccionado cinco casos de uso generales que probablemente sean de mayor interés según la investigación de Nokia Bell Labs.

- **FWA:** 5G proporciona una alternativa o respaldo a la banda ancha cableada, particularmente para pequeñas y medianas empresas, eventos emergentes y ubicaciones remotas donde la cobertura de fibra no está disponible.
- **Videovigilancia y detección:** 5G amplía y mejora la monitorización de video al permitir la transmisión desde vehículos y ubicaciones sin cables, y puede combinarse con inteligencia artificial y análisis para la detección y alerta de objetos en tiempo real.
- **Experiencias inmersivas (AR y VR):** 5G está destinado a ser un catalizador para la adopción de la realidad virtual y aumentada por parte de la industria; tecnologías inmersivas con usos potenciales que van desde la formación de los empleados hasta la participación del cliente.

- Maquinaria conectada y robótica en la nube: 5G es una de las tecnologías habilitadoras clave de la Industria 4.0, en la que los sensores y los equipos conectados impulsan mejoras transformadoras en eficiencia, productividad, calidad y seguridad.
- Vehículos conectados: 5G es un habilitador clave de las comunicaciones de vehículo a vehículo y de vehículo a infraestructura, que respalda las innovaciones en navegación y seguridad automotrices que están allanando el camino para los vehículos autónomos.

Un objetivo clave de esta investigación fue evaluar la percepción empresarial de servicios específicos habilitados para 5G. Les pedimos a los encuestados que calificaran cada caso de uso en términos de su atractivo para sus organizaciones. Para fines de comparación, también le pedimos a cada encuestado que calificara el atractivo de la banda ancha móvil. Es importante tener en cuenta que no todos los encuestados vieron todos los casos de uso, sino que solo presentamos casos de uso que serían relevantes para su organización. Por ejemplo, a los encuestados que dijeron que su organización no usa vehículos no se les preguntó sobre el caso de uso de vehículos conectados.

Como resultado de esta investigación resultó que el video tiene el mayor atractivo. Descubrimos que dos casos de uso de video 5G, detección y vigilancia, obtuvieron los primeros lugares en general, superando incluso a eMBB en términos de atractivo para las organizaciones. El control remoto de maquinaria, vehículos conectados, FWA y robótica en la nube obtuvieron una alta calificación, mientras que los encuestados estaban menos seguros sobre el atractivo de la realidad aumentada (AR) y la realidad virtual (VR) para sus operaciones comerciales actuales.

Ranking de atractivo percibido de ciertos casos de uso

Aplicación en el caso de uso 5G	Ranking de interés
Alertas y detección de video	83%
Vigilancia con video	83%
eMBB	78%
Control remoto de maquinaria	77%
FWA	75%
Vehículo conectado	73%
Robótica en la nube	71%
Realidad aumentada	55%
Realidad virtual	53%

Ilustración 20. Ranking de atractivo percibido de ciertos casos de uso (Fuente: Nokia)⁴⁹

⁴⁹ Nokia Mapping demand: The 5G opportunity in enterprise for communications service providers IT decision-makers reveal their perceptions of 5G and their plans for deployment

Ericsson

Ericsson ha remitido al Observatorio Nacional 5G comentarios al cuestionario planteado, así como varios documentos e Informes relativos a la tecnología 5G y los sectores verticales. Entre otros documentos:

- Ericsson. 5G for business: a 2030 market compass. Setting a direction for 5G-powered B2B opportunities. October 2019.
- UNLOCKING THE VALUE OF INDUSTRY 4.0. Why and How Connectivity Drives Future Profitability and Growth
- SMART MANUFACTURING AND HOW TO GET STARTED THE IMPLEMENTATION AND ROI OF INDUSTRY 4.0 USE CASES. ABI research, Ericsson
- Información sobre los proyectos europeos con participación de Ericsson.
- Documentos disponibles en web con los hipervínculos indicados en pie de página en este Informe.

En opinión de Ericsson, el proceso de estandarización 5G es complejo e intensivamente innovador. A través de una investigación pionera y las colaboraciones tempranas con los entornos académico e industrial, Ericsson ha desarrollado y contribuido a la creación de un estándar 5G en 3GPP que satisface las necesidades y expectativas de las diferentes industrias y de la Sociedad.

Siendo líder en innovaciones y en la materialización de éstas en estándares globales, Ericsson constituye un socio de confianza y líder reconocido en 3GPP y en otros organismos mundiales de estandarización. A día de hoy, Ericsson ostenta el liderazgo en las contribuciones a los estándares mundiales de comunicaciones móviles en 3GPP, contabilizados en términos de patentes esenciales. En particular, Ericsson es el creador del 15,8% de las patentes esenciales incluidas en el estándar 5G de 3GPP⁵⁰.

La estandarización de especificaciones para comunicaciones móviles representa un papel crucial como facilitador de innovaciones a futuro. Auspiciada por 3GPP y otros organismos de estandarización, cada oleada de especificaciones diversas se estructura en forma de versiones (releases), que proveen cada uno un conjunto de funcionalidades agregado.

Como continuación de la exitosa finalización del Release 16 en diciembre de 2019, los trabajos para desarrollar la siguiente oleada de innovación (Release 17) tienen lugar desde 2020.

⁵⁰ <https://www.ericsson.com/en/blog/2019/10/5g-patent-leadership>

Para Ericsson, la estandarización se articula sobre cuatro áreas fundamentales: regulaciones técnicas y de espectro, redes de conectividad, expansión del ecosistema e implementación de componentes.

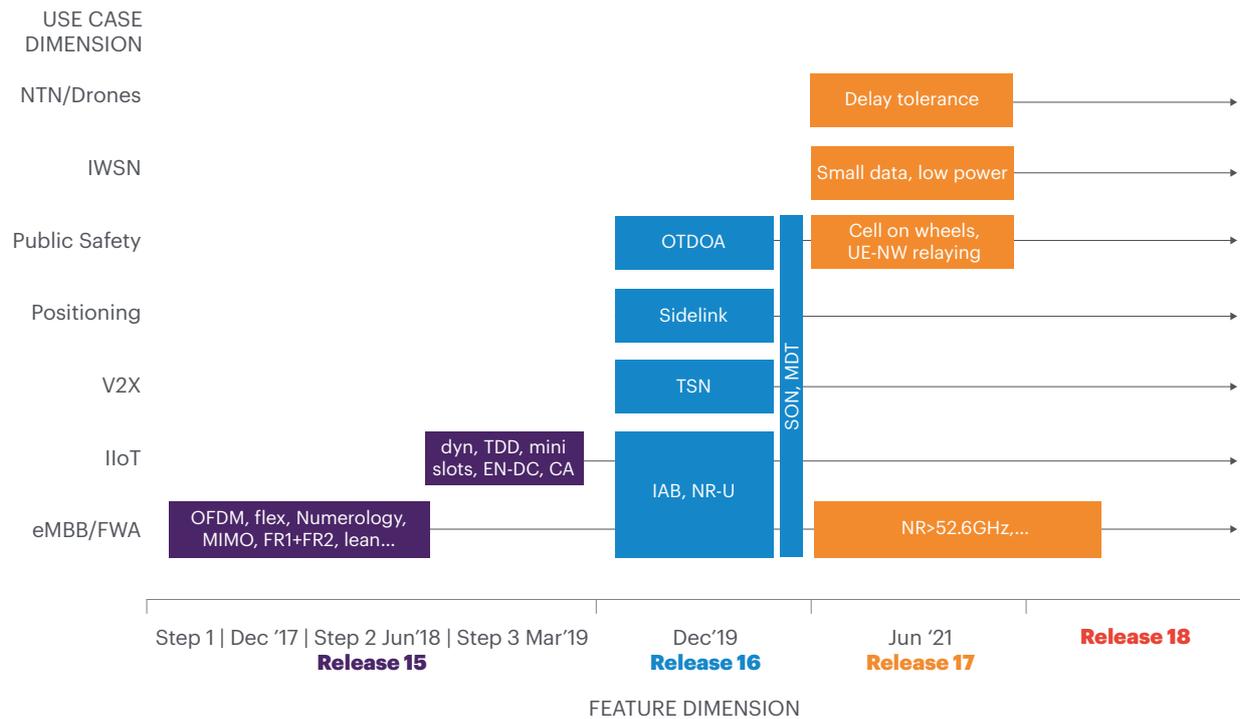


Ilustración 21. Visión de Ericsson sobre la estandarización de 5G.

Este gráfico ilustra la visión de Ericsson sobre 5G/NR, contenida en los diferentes Releases 3GPP⁵¹. Por su propia definición, los estándares están encaminados a generalizar los principios tecnológicos a aplicar en el desarrollo de soluciones tecnológicas de alcance global. En este contexto, por su activa implicación en el desarrollo de los estándares de comunicaciones móviles, Ericsson respalda las especificaciones generadas por esta institución y desarrolla su porfolio en concordancia con ellas, no existiendo una preferencia por exclusión de cualquiera de las versiones del estándar.

⁵¹ Nota: NTN, IWSN, V2X, IIoT, eMBB, FWA aplican a Non-Terrestrial Networks, Industrial Wireless Sensor Networks, Vehicle-to-Everything, Industrial Internet of Things, enhanced Mobile Broadband y Fixed Wireless Access, respectivamente.

Más detalles actualizados sobre Ericsson y estandarización están recogidos en www.Ericsson.com:

- Ericsson Estandarización y 5G⁵².
- Ericsson blog sobre releases 3GPP y estandarización Rel-15, Rel-16 y Rel-17⁵³.
- Ericsson - 5G NR Evolution Whitepaper⁵⁴.

Desde los comienzos de su definición en 3GPP, los estándares de la tecnología 5G han considerado desde su inicio la aplicación real de sus beneficios técnicos en casos de uso reales, con impacto en extensivos ámbitos.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones, Sector Radiocomunicaciones (ITU-R) ha definido tres áreas de uso y aplicaciones como parte de su programa para expandir y respaldar los diversos escenarios de uso y aplicaciones, a partir de 4G: Enhanced Mobile Broadband, Massive Internet of Things y Critical IoT, cuyas principales aplicaciones y escenarios de uso se resumen en el siguiente gráfico.

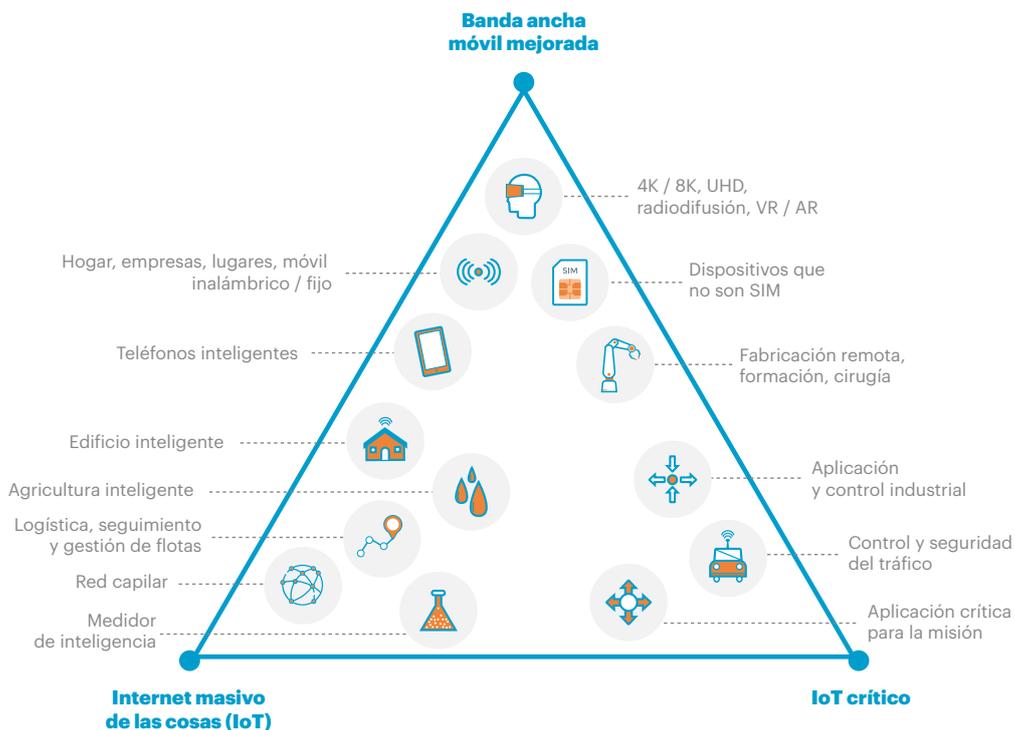


Ilustración 22. Áreas y aplicaciones de UIT para eMBB, mMTC, C-IoT (Fuente: Ericsson)

⁵² <https://www.ericsson.com/en/future-technologies/standardization/5g-standardization>

⁵³ <https://www.ericsson.com/en/blog/2019/12/3gpp-rel-17>

⁵⁴ <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/ericsson-technology-review/articles/5g-nr-evolution>

Escenarios de uso	
Banda ancha móvil mejorada	<ul style="list-style-type: none"> • Se necesita una conectividad generalizada a medida que la demanda de banda ancha móvil sigue creciendo. • Velocidades de datos, densidad de conexión y movilidad. • Casos de uso centrados en las personas: acceso a contenido multimedia, como transmisión de 5k en un dispositivo móvil o experiencias en vivo en el sitio
Internet masivo de las cosas (IoT)	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere conectividad para millones de dispositivos. • Por lo general, se transmite un volumen bajo de datos que no son sensibles al retardo (ancho de banda bajo y latencia no crítica). • Los dispositivos deben ser de bajo costo y con una duración de batería extremadamente larga.
IoT crítico	<ul style="list-style-type: none"> • Conectividad instantánea, resistente y ultraconfiable. • Requisitos estrictos de disponibilidad, latencia y rendimiento. • Casos de uso: Control inalámbrico y procesos de fabricación y producción industrial, cirugía médica remota, distribución y automatización en una red inteligente y seguridad en el transporte.

Ilustración 23. Escenarios de uso y aplicaciones

Como proveedores, entre otras soluciones, de las redes móviles que se utilizan para respaldar el servicio 5G, todos los casos de uso resultan relevantes para Ericsson. Por ello, y como parte del desarrollo en esta tecnología, Ericsson está promoviendo y participando en desarrollos y aplicaciones en todas las áreas relevantes.

Como referencia para el estudio solicitado, están disponibles en [Ericsson.com](https://www.ericsson.com/en/5g/use-cases)⁵⁵ un extenso listado de casos de uso 5G internacionales, conectados a diversos sectores, con descripciones de su contexto, soluciones técnicas, implicaciones de implementación e impacto esperado.

Entre ellos, dentro de la sección de 5G para Negocios, podemos destacar - entre otros - los siguientes casos de uso, que se describen en detalle en la propia subsección⁵⁶:

- Smart factory: Automation
- Smart factory: Safety
- Connected Vehicles
- Smart Office
- Smart Mining
- Smart Health
- Smart Port

⁵⁵ <https://www.ericsson.com/en/5g/use-cases>

⁵⁶ <https://www.ericsson.com/en/5g/5g-for-business>

En el sector específico de Industria 4.0, Ericsson publica sus informes IndustryLab⁵⁷, que incluye, entre otros casos relevantes, los siguientes que destacamos por su interés en el presente análisis:

- Mining – Boliden A case study on automation in mining - 5G business value
- Industry 4.0 - Bringing 5G business value to industry
- Ports – Livorno Port of the future

En el mismo sentido, cabe mencionar una serie de artículos especiales incluidos en los sucesivos Ericsson Mobility Report⁵⁸ publicados trimestralmente, que profundizan específicamente sobre temas de relevancia conectados con redes móviles e impacto en negocios y sociedad. Relacionados con Industria 4.0, resaltamos al menos:

- Dedicated networks for industrial connectivity
- Making manufacturing wireless and smarter - WEF edition
- Industries' expectations for 5G - WEF edition
- Realizing smart manufacturing through IoT

Respecto del impacto económico de la implantación de 5G por sectores, referimos al documento elaborado por Ericsson IndustryLab "5G for business: a 2030 market compass"⁵⁹.

El impacto económico específico en Smart Manufacturing ha sido analizado en detalle por ABI Research en colaboración con Ericsson en los siguientes informes:

- ABI Research and Ericsson "Unlocking the value of Industry 4.0"
- ABI Research and Ericsson "Smart manufacturing and how to get started "

Desde un punto de vista divulgativo, Ericsson publica frecuentes White Papers⁶⁰. Dentro del ámbito del estudio solicitado, son al menos reseñables – entre otros – los siguientes:

- 5G spectrum for local industrial networks.
- Cellular IoT Evolution for Industry Digitalization.

Respecto de los apartados recogidos en la tabla, a la vista de la diversidad de casos de uso potenciales, resulta inabarcable proveer exhaustivamente de detalles relativos a todos ellos. No obstante, y en aras de aportar el mayor valor posible al presente estudio, describimos a continuación la visión de Ericsson sobre las áreas solicitadas.

Sectores de interés: todos los sectores de la sociedad, industriales y de servicios, son susceptibles de verse beneficiados por la implantación de 5G con sus innovaciones tecnológicas

⁵⁷ <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/industrylib>

⁵⁸ <https://www.ericsson.com/en/mobility-report/articles>

⁵⁹ <https://www.ericsson.com/en/5g/forms/5gforbusiness-2019-report>

⁶⁰ <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/white-papers>

Actores críticos: Cabe señalar como concepto fundamental que el éxito de los casos de uso implementados sobre 5G vendrá en gran medida marcado por la capacidad de todos los actores de generar marcos de trabajo, ecosistemas y proyectos innovadores conjuntos, que es esperable necesiten ser creados ad-hoc para estos desarrollos. Destacamos al menos como actores necesarios:

- Suministradores / fabricantes de red
- Reguladores / Administraciones públicas
- Operadores de telecomunicaciones
- Verticales
- Usuario final

Relevancia de espectro: Como se ha comentado en análisis anteriores, la disponibilidad de espectro es un elemento crítico para el éxito de cualquier caso de uso en 5G. Por las propias características de las soluciones tecnológicas incluidas en el estándar, resulta esencial que los operadores del servicio dispongan de la suficiente cantidad de espectro en las bandas adecuadas para no incurrir en una disminución de las capacidades técnicas disponibles, lo cual redundaría en menores prestaciones en cualquiera de los casos de uso. Entre otras, las altas prestaciones en velocidad de transferencia, latencia y coordinación con generaciones móviles anteriores dependen directamente de la disponibilidad de espectro adecuado.

Dentro de cada caso de uso específico, será necesaria una determinada combinación de bandas de espectro de frecuencias altas / medias / bajas, en función de las características requeridas por el servicio, como throughput, movilidad, latencia, consumo energético.

Satisfacción Estándares: Importancia crítica, especialmente en lo referido a 3GPP – por las características no solo de la propia red móvil a utilizar, sino del caso de uso / servicio a desplegar, resulta imprescindible garantizar seguridad, fiabilidad, interoperabilidad, existencia de ecosistema y economía de escala. No siendo un obstáculo para que, añadidas a las características técnicas determinadas por los estándares, los desarrollos de cada caso de uso puedan apoyarse en innovaciones técnicas adicionales que incrementen el valor generado por estos casos de uso.

Potenciales usuarios finales: También como consecuencia de la diversidad de posibles sectores de aplicación, resultan innumerables los potenciales usuarios finales de casos de uso 5G. Desde consumidores individuales utilizando todo tipo de servicios en entornos domésticos, profesionales, de transporte, de ocio, hasta todos los sectores industriales y de producción, de extracción, logísticos, administraciones públicas, sanitarios, emergencias, turismo y otros servicios.

Estimación expectativas inversión: La inversión necesaria para cada caso será muy dependiente del escenario concreto a implementar. Resulta en cualquier caso imprescindible asegurar que la red móvil satisface todos los requisitos técnicos para el caso de uso, siendo un elemento fundamental y diferenciador, y no sustituible por otros factores. La particularidad de cada caso indicará la pertinencia de desplegar nuevas redes o equipos para dar servicio al caso de uso, o de adaptar las redes existentes para este fin.

No obstante, es necesario destacar en el potencial generador de valor que tiene 5G en los diferentes sectores de aplicación, de modo se espera que las inversiones realizadas tengan como resultado un retorno positivo, como se indicaba en el material de referencia anteriormente citado.

Con respecto a los pilotos y experiencias pioneras, desde las primeras implementaciones técnicas de soluciones previas al cierre del estándar 5G, por su relevancia como tecnología destinada a proveer altos niveles de servicio en una nueva generación de casos de uso, Ericsson ha venido realizando innumerables pruebas, demostraciones y pilotos de soluciones 5G a nivel internacional, que nos han provisto de una visión extensa de sus potencialidades e implicaciones de despliegue.

Entre estas experiencias, muchas de las cuales han sido primicia a nivel mundial desde 2015, podemos destacar – sin excluir otras relevantes – la primera red pública 5G en servicio en Europa (con Intel y Telia), la primera demo en directo de Federated network conectando Corea del Sur y Alemania (SK Telecom y Deutsche Telekom), la primera demostración de interoperabilidad multi-vendor con Ericsson y Qualcomm, en colaboración con AT&T, NTT DOCOMO, Orange, SK Telecom, Sprint, Telstra, T-Mobile US, Verizon y Vodafone; o la primera conexión en Roaming internacional 5G con Vodafone España y Portugal.

Solo a nivel europeo, cabe mencionar que desde 2015 hasta Marzo de 2020 Ericsson ha participado como suministrador o como promotor en más de 60 pruebas y pilotos 5G con distintos alcances técnicos y ámbitos geográficos, distribuidos por más de 20 países europeos, cubriendo una variedad de casos de uso diferentes. Referencia: Observatorio Europeo 5G⁶¹.

Redes comerciales en servicio a nivel global

Desde los primeros lanzamientos comerciales en 2018 (EEUU) con sistemas pre-estándar y en abril 2019 con las primeras redes comerciales a nivel mundial sobre estándar 3GPP (Corea del Sur, Estados Unidos, Suiza), Ericsson es proveedor actualmente de 45 redes comerciales 5G ya en servicio activo (Julio 2020), y es proveedor asignado para nuevas redes de lanzamiento previsto en los próximos meses. Ericsson es el primer suministrador mundial en haber provisto de redes móviles 5G en servicio comercial a operadores en los 5 continentes.

Dentro de este grupo pionero, en España Ericsson es uno de los suministradores de la red móvil 5G Vodafone, en servicio comercial desde junio de 2019⁶².

La variedad de servicios ofrecidos sobre estas redes es amplia, siendo principalmente el segmento de casos de uso de Enhanced Mobile Broadband el más habitual, por diferentes factores como la madurez del estándar y la disponibilidad tecnológica del ecosistema (terminales, ...). No obstante, la creciente huella de 5G en estos países pioneros está permitiendo ya la generación de los primeros casos de uso y aplicaciones en otros segmentos.

⁶¹ <https://5gobservatory.eu/5g-trial/major-european-5g-trials-and-pilots/>

⁶² <https://www.ericsson.com/en/news/2019/6/ericsson-and-vodafone---5g-live-in-spain>

Pilotos y Pruebas 5G en España

Respecto de pilotos y pruebas realizados específicamente en España por Ericsson, se mencionan a continuación algunos de los más relevantes.

- Primer piloto en España de conexión 5G con tráfico móvil en recorrido urbano abierto, en colaboración con Orange⁶³ (Septiembre 2017), demostrando conectividad a 15Gbps con usuarios en movilidad a bordo de vehículos, incluyendo video HD.
- Primera transmisión de vídeo 5G en tiempo real en una red comercial en España, Orange (Febrero 2019)⁶⁴.
- Primera conexión a nivel mundial de 5G en roaming internacional (Vodafone, Mayo 2019)⁶⁵. Ericsson fue el suministrador único que desplegó la red móvil 5G en Vodafone España y Portugal que permitió esta primicia técnica, que supone un hito de cara a la dimensión global de la tecnología 5G.
- Pilotos 5G Red.es (2019): Ericsson participa en el consorcio liderado por Telefónica adjudicatario del proyecto piloto 5G en Galicia⁶⁶, y presentado en Septiembre de 2019⁶⁷, como suministrador de red móvil en varios de los casos de uso, como son Industria 4.0 – Asistencia en la construcción de buques⁶⁸ o TV5G – Televisión 5G⁶⁹.
- Pilotos 5G Red.es (2020): Ericsson participa como suministrador en algunos de los proyectos candidatos de esta convocatoria, que permitirán en caso de resolución favorable extender la variedad de casos de uso a diferentes industrias y sectores.
- Otros Pilotos 5G en España: Desde 2018-2019, Ericsson viene desarrollando pilotos 5G en colaboración con operadores móviles y otros socios de diferentes sectores (industriales, servicios), siendo el de Pilotos 5G con Orange en Barcelona uno de los más relevantes, Como ejemplo reciente de uno de los casos de uso en marcha, Orange presentó en Febrero de 2020 “5G First responders”, destinado a la provisión de servicios de emergencias avanzados con soporte médico experto desde una localización centralizada, mediante la conexión de gafas de Realidad Virtual en tiempo real ⁽⁷⁰⁾ y ⁽⁷¹⁾

⁶³ <https://www.redestelecom.es/infraestructuras/noticias/1101002001803/orange-y-ericsson-muestran-tiempo-real-y-movimiento-poder-de-5g.1.html>

⁶⁴ <http://blog.orange.es/noticias/orange-ericsson-realizan-la-primera-transmision-video-5g-tiempo-real-una-red-comercial-espana/>

⁶⁵ <https://www.ericsson.com/en/news/2019/5/5g-global-roaming>

⁶⁶ <https://www.telefonica.com/es/web/sala-de-prensa/-/telefonica-ganadora-de-la-convocatoria-del-gobierno-para-pilotos-5g>

⁶⁷ <https://www.telefonica.com/es/web/sala-de-prensa/-/se-pone-en-marcha-el-proyecto-piloto-5g-en-galicia-impulsado-por-red-es>

⁶⁸ <https://piloto5ggalicia.com/industria-4-0/>

⁶⁹ <https://piloto5ggalicia.com/tv-media-y-eventos/>

⁷⁰ <http://blog.orange.es/innovacion/la-tecnologia-5g-permitira-que-la-policia-municipal-de-atencion-sanitaria-de-urgencias-en-tiempo-real/>

⁷¹ <https://5gbarcelona.org/es/pilotos/>

9

Anexos

Fuentes de Información consultadas

Se listan a continuación los documentos y referencias que han permitido extraer información puntual o gráficas o comentarios. Se ha tratado de facilitar la identificación de la fuente no solo mediante este capítulo resumen sino en cada apartado donde se utiliza información mediante notas a pie de página.

1. Orden ECE/1016/2018, de 28 de septiembre, por la que se establecen las bases reguladoras de la concesión de subvenciones a proyectos piloto de tecnología 5G.
2. Resolución de la secretaría de estado para la sociedad de la información y la agenda digital por la que se habilitan determinadas bandas de frecuencias para la realización de pruebas piloto contempladas en el plan nacional 5G.
3. Observatorio Europeo 5G.
4. La 5G para Europa: un plan de acción.
5. Comisión Europea. European 5G Observatory. - Is Europe ready for 5G?
6. Resolución por la que se habilitan determinadas bandas de frecuencias para la realización de pruebas piloto contempladas en el Plan Nacional 5G.
7. Orden ECE/1016/2018, de 28 de septiembre, por la que se establecen las bases reguladoras de la concesión de subvenciones a proyectos piloto de tecnología 5G.
8. Sitios web de los principales operadores españoles: Movistar, Vodafone, Orange y MásMóvil.
9. Sitios web de los principales fabricantes de equipos de red 5G: Ericsson, Huawei, Nokia, Samsung, ZTE.
10. Comunicaciones de la Comisión Europea:
 - Estrategia MUD de la Comisión Europea para el Mercado Único Digital
 - Comunicación de la Comisión Europea Connectivity for a Competitive Digital Single Market: Towards a European Gigabit Society
 - *Estudio de la CE sobre los sectores de la automoción, sanidad, transporte y energía: identification and quantification of key socio economic data for strategic planning of 5G*
 - DIRECTIVE (EU) 2018/1972 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 11 December 2018 establishing the European Electronic Communications Code. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L1972&from=EN>
 - COM(2016) 588 final. Bruselas, 14.9.2016. COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL COMITÉ DE LAS REGIONES. La 5G para Europa: un plan de acción
 - COM(2016) 176 final

11. Informes periódicos del 5G Observatory
12. 5G-PPP: 5G empowering vertical industries
13. Nokia: Mapping demand: The 5G opportunity in enterprise for communications service providers IT decision-makers reveal their perceptions of 5G and their plans for deployment
14. Nokia: Beyond connectivity: CSP perspectives on higher-value 5G use cases Analysis and advice based on CSP perspectives. A Nokia-Omdia research paper
15. 5G AA: MNO Network Expansion. Mechanisms to Fulfil Connected Vehicle Requirements 5G.
16. <https://5g-ppp.eu/annual-journal/>
17. <https://5g-ppp.eu/5g-ppp-phase-3-projects/>
18. <https://5g-ppp.eu/5g-ppp-phase-2-projects/>
19. <https://5g-ppp.eu/5g-ppp-phase-1-projects/>
20. <https://bscw.5g-ppp.eu/pub/bscw.cgi/>
21. 5G white Paper of Next Generation Mobile Networks Alliance
22. NGMN IPR Forum Recommendations to Improve SEP Declarations, 20/02/2017, available at <https://www.ngmn.org/publications/annex-ngmn-ipr-forum-recommendations-to-improve-sep-declarations.html>
23. Communication from the Commission to the Institutions on Setting out the EU approach to Standard Essential Patents, 29/11/2017, available at <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/26583>
24. Decisión de la Comisión 2008/671/CE
25. Decisión ECC/DEC(08)01
26. ETSI EN 302 571
27. ECC/DEC(09)01
28. ETSI EN 302 686
29. Supporting the implementation of CEF2 Digital” Study: <https://op.europa.eu/s/n7pS>
30. Driving transformation in the automotive and road transport ecosystem with 5G – <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/ericsson-technology-review/articles/transforming-transportation-with-5g>
31. Talking Traffic apps – <https://www.talking-traffic.com/en/view-the-apps>
32. Directiva 2014/61/UE
33. Directiva Europea (2002/21/CE)20
34. Ericsson. 5G for business: a 2030 market compass. Setting a direction for 5G-powered B2B opportunities. October 2019.

35. UNLOCKING THE VALUE OF INDUSTRY 4.0. Why and How Connectivity Drives Future Profitability and Growth. ABIresearch, Ericsson.
36. SMART MANUFACTURING AND HOW TO GET STARTED THE IMPLEMENTATION AND ROI OF INDUSTRY 4.0 USE CASES. ABI research, Ericsson

Carta de presentación y cuestionario

Se detalla a continuación el cuestionario armonizado que se ha compartido con todos los actores identificados, y sobre cuyas respuestas se ha alimentado este Informe. Este cuestionario sigue a la carta-introductoria:

Dirigido a: Entidades relacionadas con la nueva generación de comunicaciones electrónicas 5G.

Estimado Sr/Sra.

En el contexto de las actividades que lleva a cabo el Observatorio Nacional 5G (ON5G), que fue creado como una iniciativa público-privada impulsada por MWCcapital, la Secretaría de Estado para el Avance Digital y Red.es, el ON5G comparte conocimiento a través de informes, mejores prácticas y eventos, todo ello para avanzar en la creación e impulso del ecosistema 5G en España. El ON5G tiene como actividad la publicación de informes y dossiers periódicamente, así como en la celebración de reuniones, sesiones de trabajo y un evento anual que reúne a los actores más relevantes del ecosistema del 5G.

En este marco, pretendemos profundizar en el conocimiento del impacto de la tecnología 5G en determinados sectores verticales. Para este análisis, el ON5G ha encargado a la Entidad HOLISTIC INNOVATION SLU, la recolección de datos y hechos relativos a las actividades actuales de ciertos agentes relevantes en el uso de la tecnología 5G, particularmente, en las áreas de salud, automoción-movilidad, energía-infraestructuras, agroalimentación y turismo. La persona encargada del Informe en nombre de la Entidad HOLISTIC INNOVATION es Dr Julian Seseña (jsesena@hi2.es, Tel +34 630047191).

Es por ello que desde ON5G les pedimos su colaboración con el fin de atender las peticiones de información y datos que la entidad contratada realizará próximamente, quedando muy agradecidos por su colaboración, la cual será debidamente reconocida en el Informe correspondiente.

El ON5G le ha identificado a Usted y a su Organización como un (potencial) actor relevante en el uso de la tecnología 5G en su sector. Es por ello por lo que nos dirigimos a Usted para recabar su opinión. Como verá, le proponemos dos grupos de cuestiones: unas generales y otras específicas o técnicas, que se describen en los apartados correspondientes. El estudio que se lleva a cabo en 2020 se enfoca a varios sectores verticales: Salud, Automoción-Movilidad, Energía-Infraestructuras, Agroalimentación y Turismo.

Cuestiones generales sobre 5G en su sector vertical:

Con el fin de caracterizar las necesidades de los casos de uso más relevantes en los verticales bajo estudio (Salud, Automoción-Movilidad, Energía-Infraestructuras, Agroalimentación y Turismo), se ha confeccionado este cuestionario-guía que sirva para orientar el tipo de información que se desea recabar.

Se le invita a que identifique las aplicaciones, casos de uso, experiencias, planes, que su Entidad tiene al respecto del uso de la tecnología 5G. Naturalmente, agradecemos igualmente cualquier referencia a documentos existentes (artículos, presentaciones, etc.) que puedan contener las respuestas a las preguntas aquí formuladas.

Aunque le proponemos una guía de cuestiones, le invitamos a que añada o complemente estas cuestiones con otras que considere relevantes a tenor de su experiencia. Puede contestarlas en bloque o individualmente, según considere que dispone de información al respecto.

¿Considera que su sector es clave o muy relevante para la tecnología 5G? Le invitamos a compartir sus consideraciones ¿Tiene interés su Empresa en la tecnología 5G?

¿Han desarrollado planes de despliegue de servicios utilizando la tecnología 5G, o están participando en pilotos o tienen otras iniciativas al respecto?

¿Cómo calificaría la situación general de uso de la tecnología 5G en su sector, tanto en España o en otros países? ¿Y en su entidad?

¿Cree que alguna otra entidad debe actuar como líder-pionero en la introducción de la tecnología 5G en su sector? ¿Se encuentra su Entidad interesada o preparada o actuando de facto como líder/pionero de su sector en la introducción de 5G? ¿Con cuales otras entidades se están complementando o planifica complementarse próximamente?

¿Hay algún aspecto asociado a la disponibilidad de espectro específico que bien la administración o bien los operadores licenciados deban resolver y que sea relevante a su juicio?

Si está siguiendo usted la elaboración de las normas técnicas del 5G (los estándares) en sus diferentes versiones (Release 15, 16, 17), ¿tiene algún requisito específico su sector que inhiba o prefiera el uso de una determinada versión de la norma técnica?

Para los distintos casos de uso en su sector, le agradecemos comente la tabla siguiente:

	Caso de uso - Aplicación X	Caso de uso - Aplicación Y	Caso de uso - Aplicación Z
Sector			
Actores críticos			
Actores relevantes			
Relevancia de espectro			
Satisfacción Estándares			
Potenciales usuarios finales			
Estimación expectativas inversión			

Cuestiones técnicas o de requisitos funcionales

En la mayoría de los verticales, y para los distintos casos de uso, el 5G-PPP ha definido siete indicadores o parámetros críticos y sobre estos indicadores se ha complementado con consideraciones adicionales.

Velocidad de transmisión: tasa binaria necesitada para el correcto funcionamiento del caso de uso.

Movilidad (velocidad): máxima velocidad relativa con respecto a la que la fiabilidad de la comunicación.

Latencia: tiempo máximo desde que un paquete de datos es generado en la fuente hasta el instante en el que es recibido en el destino. Tiene en cuenta el tiempo de subida a la red y el de bajada hacia el receptor.

Densidad: máximo número de dispositivos (o vehículos) por unidad de área que pueden ser servidos por la red, aunque no transmitan simultáneamente.

Fiabilidad: máximo número de paquetes perdidos tolerable a nivel de aplicación dentro de la latencia máxima para esa aplicación.

Posicionamiento: máximo error de posicionamiento tolerado por la aplicación.

Cobertura: área o población para la que la aplicación debe funcionar correctamente, siempre que los requisitos de velocidad de transmisión, latencia, densidad, etc. se cumplen. (por ejemplo, estacionalidad del servicio).

Cada uno de estos indicadores es etiquetado con un número para cada uno de los casos de uso identificado. Este número tiene el significado siguiente:

0: Sin requisitos identificados

1: Bajo nivel de requisito

2: Nivel medio que puede ser satisfecho con los sistemas actuales

3: Alto nivel, que está al límite o no puede ser satisfecho con los sistemas actuales.

4: Nivel muy alto de requisito, que se corresponde con los máximos objetivos límite del 5G

Para aquellos sectores que existen referencias del 5G-PPP se han incluido ejemplos de casos de uso y se han rellenado los niveles de relevancia de cada requisito, a fin de que Usted tenga en cuenta lo que se ha considerado en general, pero le rogamos que se sienta libre de ratificar estos niveles o exprese los que considere más apropiados según su experiencia o su percepción, así como se le invita a añadir otros casos de uso en su sector.

Para los sectores sin referencia del 5G-PPP, se le invita a que sugiera los ejemplos de caso de uso así como los niveles de relevancia de cada parámetro.

Caso de uso	High Bitrate	High Speed	Low Latency	High Density	High Reliability	Precise Positioning	High Coverage
Salud							
Gestión de intervenciones y activos en el hospital	2	2	3	3	2	4	3
Robotización	4	1	4	1	4	1	2
Monitorización remota	3	4	2	4	3	2	4
Medicación smart	2	3	2	4	3	3	3
Añadir casos de uso							
Automoción y Movilidad							
Conducción autónoma	2	4	4	4	4	4	4
Compartir visión	3	4	3	4	3	3	4
Vista de pájaro	3	3	3	4	3	3	3
Digitalización del transporte y la logística	4	4	4	4	4	4	4
Información en/de la carretera	3	4	2	4	2	2	4
Añadir casos de uso							
Utilities, Energía-Agua-Infraestructuras							
Red de acceso	1	1	1	3	2	0	4
Red troncal	2	1	2	1	3	0	3
Red de transporte	3	1	4	1	4	0	3
Añadir casos de uso							
Agricultura y agroindustria							
Añadir casos de uso							
Turismo							
Añadir casos de uso							
Ciudades y territorios inteligentes							
Añadir casos de uso							
Transformación digital de los servicios							
Añadir casos de uso							

Se comprende que no todas las capacidades 5G pueden ser requeridas con toda su máxima prestación y de manera permanente. Se asume una cierta flexibilidad y dinamismo en la asignación de los recursos. Por tanto, las calificaciones anteriores deben orientarse a las aplicaciones y caso de uso en su máxima demanda. Si lo considera oportuno, indica rangos de niveles en vez de niveles absolutos.

Otros aspectos relevantes sobre los que se le invita comentar son:

Tiempo de despliegue de servicio: duración requerida para configurar una red lógica de extremo a extremo con por garantías de nivel de prestación de la red (como garantías de ancho de banda, latencia de extremo a extremo (E2E), confiabilidad ...).

Volumen de datos: cantidad de información transferida (enlace descendente y enlace ascendente) por intervalo de tiempo sobre un área dedicada (por ejemplo, un máximo de 10 Tb / s / km²).

Autonomía: duración del tiempo para que un componente esté operativo sin que se suministre energía. Se relaciona con la vida útil de la batería, la capacidad de carga de la batería y la eficiencia energética.

Seguridad: característica del sistema que garantiza globalmente la protección de recursos y abarca varias dimensiones, como la autenticación, la confidencialidad de los datos, la integridad de los datos, control de acceso, no repudio ...

Identidad: característica para identificar fuentes de contenido y reconocer entidades en el sistema.

Coste: Acceso a aplicaciones de bajo coste. Un parámetro clave para garantizar la rápida adopción de 5G es la posibilidad de acceder a soluciones de bajo costo en varios casos de uso de los sectores verticales

Se solicita que comente los puntos anteriores, completando la tabla, incluso cambiando los niveles de relevancia inicialmente propuestos, así como aporte consideraciones adicionales.

Cuestiones específicas sobre experiencias pioneras o pilotos:

Si su Entidad participa en algunas experiencias pioneras o pilotos de despliegue de ciertos servicios y aplicaciones basadas en la tecnología 5G, se le invita a describir los siguientes elementos:

- Alcance de la experiencia
- Propósito de la experiencia
- Ámbito geográfico
- Aplicaciones o casos de uso
- Usuarios objetivo
- Esquema temporal de la experiencia
- Volumen de inversión previsto global y/o de su Entidad
- Otros actores involucrados en la experiencia.
- Consideraciones sobre la experiencia o primeras conclusiones relevantes.
- Otros comentarios

Abreviaturas y acrónimos

Las siguientes abreviaturas y acrónimos se han utilizado en algunos capítulos del documento.

Abreviatura / Acrónimo	Significado
3D	Tridimensional
3GPP	Proyecto Asociación de Tercera Generación
5G-PPP	Proyecto Asociación de Quinta Generación
AAPP	Administraciones Públicas
AAS	Sistemas de antenas activas
API	Application Programme Interface
AR	Realidad Aumentada
cMTC	Critical Machine-Type Communication (cMTC)
CNAF	Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias
dB	Decibelio
ECC	Comité europeo de Comunicaciones Electrónicas
eMBB	Enhanced Mobile Broadband Access
ETSI	Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones
FWA	Fiber Wireless Access
Gbps	Giga bits por segundo
GSMA	Asociación industria Móviles
IA	Inteligencia Artificial
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IMT	Telecomunicaciones móviles Internacionales
IIoT	Industrial Internet of Things
IoT	Internet de las Cosas
ISA	International Society of Automation
ISO	Organización Internacional de Normalización
ITS	Intelligent Transport System
IWSN	Industrial Wireless Sensor Networks
kHz	Kilohertzio
km	Kilómetro
LAN	Local Area Network

Abreviatura / Acrónimo	Significado
LLTC	Low Latency Communications
LTE	Long Term Evolution
LTE-m	Long-Term Evolution - machine
M2M	Máquina a Máquina
Mbps	Megabits por segundo
MHz	Megahertzio
MIMO	Massive Input Massive Output
mMTC	Massive Machine Type Communications
NB-IoT	IoT de Banda estrecha
NGN	Redes de Nueva Generación
NR	New Radio
NSA	Non Stand Alone
NTN	Redes no Terrestres (Non Terrestrial Network)
QoS	Calidad de Servicio
RFI	Identificador de Radio Frecuencia
SA	Stand Alone
SEAD	Secretaría de Estado para el Avance Digital
SEP	Standard Essential Patent
Slices	Sub-redes o redes virtuales dentro de la red 5G
Small Cells	Zonas pequeñas de cobertura de las redes 5G
TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
TR	Technical Report (usado por ETSI)
UAV	Aeronave no tripulada
UE	Unión Europea
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UIT-R	Sector de Radiocomunicaciones de la UIT
uRLLC	Ultra-Reliable Low Latency Communications
VR	Realidad Virtual
V2X	Vehículo a otro vehículo o infraestructura o peatón
WLAN	Wireless Local Area Network
XR	Realidad extendida

Agradecimientos

Este Informe ha sido elaborado por el experto consultor Dr. Ing. Julián Seseña, del equipo especializado de la consultora HOLISTIC INNOVATION SLU, en el período de Junio a Agosto 2020. Para ello, se ha utilizado la información referenciada en Anexo 1 y se ha utilizado el cuestionario del Anexo 2 para recolectar información relevante de los actores de cada sector.

El autor desea agradecer los comentarios recibidos del Observatorio Nacional 5G, en particular de su Responsable D. Federico Ruiz, que han servido para guiar y orientar las prioridades de la variada temática que representa el 5G en los sectores verticales.

Igualmente, una serie de expertos de entidades muy activas en el 5G han aportado información actualizada muy valiosa que se ha examinado e incluido (con las correspondientes citas cuando se ha transcrito directamente) en el Informe. Entre otros, se han recibido aportaciones (mediante cuestionarios y entrevistas) de: Canal de Isabel II, Cellnex, Cinfo, CTTC, EMT, Ericsson, Ficosa, Hispatec, Kaam, Instituto Salud Carlos III, Metro de Madrid, Nokia, PSA, Seat, Segittur, Telefónica, Turistec, Vodafone. Adicionalmente, se ha mantenido interacción con muchas otras entidades relevantes de cada sector vertical.



**Observatorio
Nacional 5G**