



New  
Direction



# HACIA EL 5G

LOS RETOS Y OPORTUNIDADES DE EUROPA

JUAN IGNACIO GÜENECHEA

# New Direction



Founded by Margaret Thatcher in 2009 as the intellectual hub of European Conservatism, New Direction has established academic networks across Europe and research partnerships throughout the world.



## Juan Ignacio Güenechea

Juan Ignacio Güenechea es consultor de comunicación asuntos públicos y cuenta con experiencia como investigador en el ámbito de los think tanks. Es graduado en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad de Navarra y ha realizado cursos y estancias en Georgetown, KU Leuven University y St. Gallen University.

	RESUMEN EJECUTIVO	7
1	<b>INTRODUCCIÓN: ¿QUÉ ES EL 5G?</b>	<b>9</b>
2	<b>RESUMEN DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO</b>	<b>19</b>
3	<b>EL MERCADO INTERNACIONAL Y LOS ACTORES PRINCIPALES DEL 5G</b>	<b>27</b>
4	<b>EL DESARROLLO DEL 5G EN EUROPA Y SU COMPARATIVA CON OTROS PAÍSES</b>	<b>35</b>
5	<b>ALGUNOS DESAFÍOS ENTORNO AL 5G</b>	<b>43</b>
6	<b>LA SEGURIDAD Y DEPENDENCIA TECNOLÓGICA</b>	<b>49</b>
7	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>59</b>
	BIBLIOGRAFÍA	61
	ANEXO	63

## RESUMEN EJECUTIVO

El despliegue de la nueva generación de telecomunicaciones móviles, conocida como 5G, ha dejado de ser una promesa para convertirse en una realidad. Este nuevo desarrollo transformará la sociedad en la que vivimos, otorgando nuevas oportunidades y trayendo consigo nuevos desafíos a los que hacer frente.

Este estudio analiza en primer lugar los principales avances que el 5G traerá consigo con relación a las generaciones anteriores, cuyo calado será tal que llevarán a un cambio de paradigma. Estos avances vienen acompañados de una serie de retos tecnológicos y de infraestructuras cuya comprensión es necesaria para poder analizar el papel que jugarán las autoridades regulatorias en su despliegue.

Por otro lado, la carrera por el 5G es una competencia global, por ello este informe analiza también la situación de los principales países que se encuentran inmersos en la batalla por liderar el despliegue del 5G. China, Estados Unidos o Corea del Sur son algunos de los países más destacados y sus políticas marcan también los pasos de Europa. Las guerras comerciales, el dominio del mercado por parte de algunos proveedores y la inseguridad que genera se encuentran en el núcleo del debate sobre qué dirección debe tomar Europa con respecto a la implantación del 5G.

A ese respecto, tras un análisis de los últimos avances europeos, el informe analiza las fortalezas y debilidades de Europa con respecto a otras áreas, concluyendo que el viejo continente puede jugar un rol importante en los próximos avances de la tecnología 5G, pero que debe mejorar en aspectos cruciales para no perder el paso con respecto a sus competidores.

El hecho de que esta carrera tecnológica tenga implicaciones económicas y geopolíticas trascendentales hace necesario que Europa refuerce su enfoque estratégico para hacer frente a los retos que el 5G plantea. Entre ellos, la cuestión de la

seguridad y la de la dependencia tecnológica son elementos fundamentales que deben ser prioritarios para las autoridades regulatorias.

El estudio explica que Europa debe tratar de ser pragmática a la par que contundente en cuanto a las amenazas que plantean agentes externos en la carrera por el 5G. Al fin y al cabo, esta nueva generación será la espina dorsal del desarrollo económico y social de muchos países occidentales y garantizar su seguridad y soberanía es fundamental para un correcto despliegue del 5G. Se contraponen dos modelos políticos y económicos distintos que requieren del compromiso y liderazgo europeo para que la seguridad y la libertad sean garantías en el nuevo paradigma. Cuestiones clave a nivel de la soberanía de los Estados miembros de la UE e infraestructuras críticas, de la integridad de sus sistemas y seguridad de sus empresas, así como de la confianza de los ciudadanos.

Como conclusión, el informe ofrece algunas recomendaciones sobre posibles políticas a mejorar por parte de las autoridades regulatorias para que el despliegue del 5G en Europa maximice las oportunidades que ofrece esta tecnología y minimice los riesgos a los que nos expone. Entre ellas, destacan la inversión en I+D, una mayor cohesión de los Estados miembros, el compromiso con la seguridad introduciendo la solidez del Estado de Derecho como elemento diferencial en la elección de proveedores o garantizar un ecosistema dinámico y libre para los principales agentes que participan en el despliegue de esta tecnología.

Pese a que el 5G plantea dudas que aún no tienen respuesta, como su repercusión y aceptación por parte del mercado o los modelos de negocio que se pueden desarrollar de forma efectiva en Europa, adelantarse a las situaciones de incertidumbre que genera será fundamental para un despliegue rápido, eficiente y provechoso en el continente, en el conjunto de la Unión Europea y en cada uno de sus Estados miembros.

1

## INTRODUCCIÓN: ¿QUÉ ES EL 5G?

La tecnología 5G ya ha hecho su aparición en ciudades de todo el mundo y pronto veremos cómo se expande su desarrollo. Sin duda, la próxima generación de telecomunicaciones móviles generará nuevos empleos, servicios para consumidores y profesionales, así como un mercado totalmente nuevo con oportunidades y desafíos a las que hacer frente.

El 5G representa la quinta generación de las tecnologías y estándares de comunicación inalámbrica. Por una parte, supone un desarrollo y evolución de las redes ya empleadas hasta la fecha, como el 4G/LTE; aunque también implica un salto cualitativo con respecto a ellas y, principalmente, a sus posibles usos, ya que tiene un potencial mucho mayor.

Los gobiernos, las empresas y la sociedad en general se enfrentan a un avance tecnológico que, como todos, generará retos políticos para poder sacar el máximo provecho y hacer frente a los desafíos que plantea. Un cambio de generación que, además, tiene implicaciones geopolíticas y económicas trascendentales que requieren de liderazgo político para resolverlas.

Se estima que la implementación de esta tecnología en Europa podría tener un coste de más de 50.000 millones de euros y que podría generar a su vez unos beneficios de 113.100 millones de euros<sup>1</sup>. Dada la magnitud de la inversión resulta fundamental entender el fenómeno 5G y adecuar las respuestas políticas para optimizar su uso, así como definir bien los desafíos que plantea y limitar los riesgos a los que expone.

Además, el despliegue de las redes 5G puede generar ventajas comparativas entre los países o regiones que sean punteras en su desarrollo. Por ello, la carrera por situarse a la vanguardia de esta tecnología va más allá de lo tecnológico, lo que hace que la estrategia europea cuente también con un enfoque geopolítico con respecto a la implementación del 5G.

Los proveedores de los sistemas e infraestructuras 5G son críticos para el correcto funcionamiento de la red y su seguridad, algo en lo que tiene mucho que ver su país de origen. Precisamente, este es otro de los aspectos que se sitúa en el centro del debate sobre el despliegue de esta tecnología en Europa. Los análisis sobre la ciberseguridad y la dependencia tecnológica de actores que pueden suponer una amenaza para los intereses estratégicos europeos son variables importantes que acaparan gran atención en el despliegue del 5G.

Por otro lado, para los operadores de telefonía, actores fundamentales en el despliegue de la red, esta nueva generación supone un reto de mercado a la hora de entender si los consumidores pagarán por los servicios que la tecnología 5G les proporcionará. Aunque los datos consumidos en telefonía móvil son cada vez más altos, “muchos usuarios acceden a aplicaciones vía Wi-fi o banda ancha fija cuando pueden”<sup>2</sup>, evitando los costes de red. Esto plantea dudas sobre la viabilidad del sistema de negocio del 5G. Por ello, otra de las prioridades que el desarrollo e implantación de esta tecnología debe contemplar es conocer y apelar a las necesidades del usuario.

<sup>1</sup> Unión Internacional de Telecomunicaciones (2018). *Sentando las bases para la 5G: Oportunidades y desafíos*.

<sup>2</sup> Blackman, C., Forge, S. (2019). *5G Deployment: State of Play in Europe, USA and Asia*.

Este estudio trata de aportar una visión amplia en cuanto a los desafíos que plantea el 5G en Europa, tratando así de identificar las claves que permitirán maximizar el potencial de esta tecnología a la par que se minimizan los riesgos. Todo, en el contexto de la competencia global por el liderazgo tecnológico, donde dos modelos contrapuestos, el chino y el occidental, mantienen una intensa batalla por controlar la red que impulsará los próximos cambios económicos y sociales.

Invertir, adoptar medidas y políticas públicas adecuadas, y establecer mecanismos seguros para el buen uso de este nuevo desarrollo son cuestiones fundamentales a las que la Unión Europea debe continuar dando respuesta, de manera dinámica y flexible, a medida que se avanza más hacia el despliegue total de esta nueva generación de tecnología móvil.

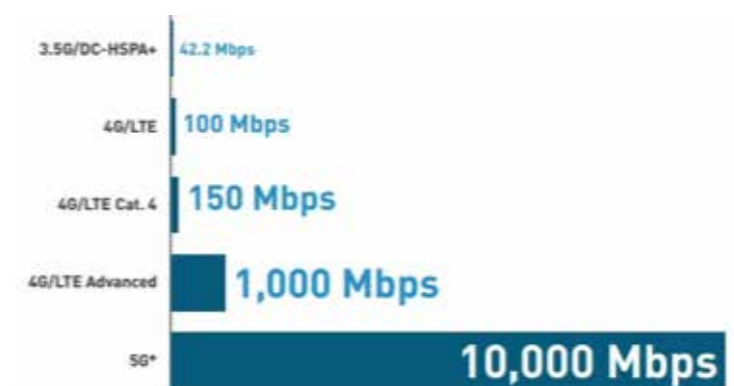
## 5G: más capacidad, a más velocidad

El objetivo resumido de la tecnología 5G es disponer de velocidades mucho más altas y una capacidad mucho mayor por sector, con una latencia muy inferior a la del 4G LTE. Con el 5G se obtienen velocidades de carga y descarga exponencialmente más rápidas. La latencia, es decir, el tiempo que los dispositivos tardan en comunicarse con las redes inalámbricas, también disminuye drásticamente. Sobre estas dos claves giran los principales avances y usos que el 5G permite.

Según se estima, el 5G podría tener la capacidad de soportar una banda ancha súper rápida, y lo habitual será que en condiciones normales pueda alcanzar una velocidad de 10 Gbps, una cifra que es 100 veces mayor a la capacidad con la que cuenta la red actual 4G. Además, la reducción de la latencia también es fundamental para entender la revolución de la tecnología 5G, que podría reducir estos tiempos de comunicación llegando a ser de entre uno y dos milisegundos.

### GRÁFICO 1

#### Comparación de velocidad 5G y anteriores generaciones (en Mbps)



Fuente: GEMALTO (2018).

Por otro lado, el 5G debería ser capaz de soportar muchos más dispositivos conectados al mismo tiempo que el 4G LTE. Según los últimos estándares

establecidos por organismos regulatorios, el 5G podría soportar un millón de dispositivos conectados por kilómetro cuadrado.

## Su funcionamiento

Al igual que otras redes móviles, las redes 5G utilizan un sistema de emplazamientos que dividen su territorio en sectores y envían datos codificados a través de ondas de radio. Cada uno de los

emplazamientos debe estar conectado a una red troncal, ya sea a través de una conexión troncal alámbrica o inalámbrica.

Estas redes 5G utilizan un tipo de codificación llamada Orthogonal Frequency Domain Multiplexing (OFDM), que es similar a la codificación que se utiliza en la tecnología 4G LTE.

Sin embargo, la instalación de redes 5G requerirá un ancho de banda espectral superior al de las redes 4G, lo que generará una mayor necesidad de espectro radioeléctrico a través del cual viajan las señales. Esta cuestión es uno de los puntos críticos para el desarrollo de las redes 5G.

En el 5G, la interfaz aérea está diseñada para una latencia mucho más baja y una mayor flexibilidad que la de la tecnología LTE. Por lo tanto, en esta compleja arquitectura digital la premisa operativa básica es utilizar muchas más unidades o células. Las células pequeñas, si bien prestan servicios a una zona geográfica mucho más reducida que las macrocélulas, aportan una mayor cobertura, capacidad y calidad de servicio de red.

Además, a diferencia de generaciones anteriores, el 5G puede operar en tres bandas de frecuencia diferentes:

- **Banda de baja frecuencia**, que también puede describirse como de menos de 1 GHz. Mientras que el espectro de banda baja ofrece un área de

cobertura grande y penetración alta, hay un gran inconveniente respecto a la velocidad, ya que como máximo alcanzarían velocidades máximas de alrededor de 100 Mbps limitando la calidad y potencial del 5G.

- **Banda de media frecuencia**, que proporciona velocidades más rápidas y menor latencia que la banda baja y se mueve entre los 3-5 GHz. Sin embargo, en este caso no penetra en los edificios tan eficazmente como la banda de baja frecuencia. Cuenta con velocidades máximas de hasta 1 Gbps y es una de las más utilizadas para el despliegue del 5G.
- **Banda de alta frecuencia**, la que ofrece el mayor rendimiento para el 5G, pero con mayores debilidades, y se encuentra en la banda de los 20-100 GHz. También conocida como *mmWave* (espectro *millimeter wave*), esta banda de alta frecuencia puede ofrecer velocidades máximas de hasta 10 Gbps y tiene una latencia extremadamente baja, lo que la hace idónea para los usos más delicados del 5G. Sin embargo, su principal inconveniente es que tiene un área de cobertura baja y la penetración en los edificios es muy pobre, por lo que requiere de un gran número de repetidores para aumentar sus prestaciones y alcance.

### TABLA 1

#### Principales diferencias entre bandas de frecuencia

BANDA DE FRECUENCIA	RANGO DE FRECUENCIA	CARACTERÍSTICAS
Baja	<1 GHz generalmente 600/700 MHz	Mayor alcance, con una infraestructura menos costosa y una tecnología más familiar.
Media	3-5 GHz	Hay más espectro disponible, comprometido el alcance y rendimiento
Alta	20-100 GHz	Corto alcance (10-150m), alta velocidad, baja latencia

Fuente: Bertenyi, 2017

La banda alta en la que el 5G puede obtener un mejor rendimiento, sin embargo, esta infraestructura pone a la propia tecnología 5G ante un desafío fundamental. Dado que el espectro de banda alta sacrifica la penetración y el área de cobertura por la alta velocidad, dependerá de muchas células pequeñas, haciendo que el 5G sea insostenible excepto en áreas densamente pobladas. En consecuencia, para un correcto despliegue de la nueva red, las células pequeñas no sólo son complementarias, sino que son una necesidad.

Las conocidas como *small cells* son unidades más pequeñas que una torre tradicional, lo que permite que se puedan situar en enclaves urbanos como marquesinas, postes u otras ubicaciones que lo permitan. Resultan especialmente útiles en grandes ciudades ya que, como se ha analizado, este espectro de alta frecuencia se apoya en ellas para su transmisión y para tener mejor cobertura y penetración.

Sin embargo, el reto del correcto despliegue del 5G va más allá de las ciudades densamente pobladas para

alcanzar el mayor número de zonas posibles. Por lo tanto, es importante conocer también otros conceptos que serán claves en el despliegue del 5G como el *Massive MIMO* y el *Beamforming*:

- El **MIMO** (*Multiple Input – Multiple Output*) se conoce como la tecnología de entrada y salida múltiples. Es la tecnología que se usa en las antenas, y también en *routers* domésticos y teléfonos móviles, con el fin de conectar varios dispositivos a través de un único enlace inalámbrico. Esta tecnología será importante en la implementación del 5G, ya que una de las claves de la nueva conectividad móvil será su capacidad para conectar multitud de dispositivos a una antena al mismo tiempo.

El *Massive MIMO*, también llamado, *mMIMO*, es una tecnología que multiplica la cantidad de dispositivos conectados a una misma antena para así incrementar el volumen de datos intercambiados, con el objetivo de mantener en todo momento altas velocidades de transmisión y mínima latencia. Cuenta con muchas más células

que las antenas actuales generando macro celdas 5G, aunque en un tamaño similar a las antenas convencionales.

- El **Beamforming**, traducido en castellano como “conformación de haces”, permite combatir la penetración reducida en frecuencias más altas para el uso del 5G. La conformación de haces es una tecnología que ya se utiliza y puede usar múltiples fuentes de una señal para cambiar a una antena más fuerte y rápida si se bloquea una transmisión, lo que le permite saltar así de una a otra evitando los colapsos y debilidades. En el contexto del 5G, esto volverá a ser importante ya que permitirá mejorar la estabilidad y la fiabilidad de la conexión al aprovechar que el dispositivo *mMIMO* cuenta con macroceldas.

En resumen, un elemento crucial en el despliegue del 5G es que utilizará a la par macroceldas y células pequeñas para mejorar la conectividad y el acceso. Apoyados en el *beamforming* generará el direccionamiento a los dispositivos para potenciar el servicio y minimizar la saturación.

**GRÁFICO 2**  
**Comparación de una antena convencional con una antena inteligente**



Fuente: GSMA (2019)

En el diagrama inferior se puede observar una representación de cómo funciona una red móvil 4G/5G, en el que están representadas las *small*

*cells* para lograr una mayor penetración urbana, así como las macroceldas en las antenas que amplían la cobertura de la red.

**GRÁFICO 3**  
**Representación de una red móvil 5G**



Fuente: GSMA (2019)

Es importante señalar que en esta arquitectura de red las señales radioeléctricas seguirán estando muy por debajo de los límites establecidos en las directrices de uso saludable. Esta es una cuestión que ha sido motivo de estudio durante décadas, pero todas las bandas de frecuencia que se están considerando para las redes 5G “cumplen con los requisitos de seguridad en lo que a la exposición a campos electromagnéticos se refiere”.<sup>3</sup>

**La disponibilidad de las frecuencias**

Mientras se produce el despliegue del 5G, la disponibilidad de licencias de espectro radioeléctrico utilizado por el 4G, en su mayoría por debajo de 3 GHz, tiene una elevada demanda y se están volviendo cada vez más caras<sup>4</sup>. Más adelante, se analizará cómo las empresas de telecomunicaciones compiten por estas infraestructuras y los países apuestan por modelos diferentes para poder implementar sus redes 5G pero, sin lugar a dudas, la disponibilidad de frecuencias es uno de los elementos que más afecta a la hora de considerar el estado del desarrollo del 5G en un país.

A nivel europeo, el Grupo de Política del Espectro Radioeléctrico (RSPG por sus siglas en inglés) está a favor de la banda de 3,6 GHz (3,4-3,8 GHz), la de 26 GHz (24,25-27,5 GHz) y las actuales bandas armonizadas de la Unión Europea para los servicios móviles, por debajo de 1 GHz, como la de 700 MHz<sup>5</sup>.

**Los modelos de negocio**

Partiendo de las premisas básicas de mayor velocidad y menor latencia definidas anteriormente, es importante destacar que los modelos de negocio entorno al 5G también giran sobre estos dos avances tecnológicos.

De acuerdo con la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), la agencia de las Naciones Unidas que desarrolla estándares para tecnologías de comunicación y establece las reglas para el uso del

Estos son solo algunos ejemplos de la compleja arquitectura que el 5G requerirá para su correcto y total funcionamiento. Por tanto, la mejora de las infraestructuras es un desafío de gran importancia en este despliegue y que aún plantea incertidumbres y retos tecnológicos que solventar.

La idea tras este enfoque es poder desplegar el 5G con mayor funcionalidad en más espacios. De acuerdo con el *5G Infrastructure Public Private Partnership (5G PPP)*, una iniciativa europea público privada para alcanzar los retos que el 5G plantea, “las bandas altas se utilizarían para dar alta cobertura en espacios limitados a sectores críticos, las medias serían un modelo eficiente para las necesidades de los espacios urbanos y las bajas proporcionarían un despliegue universal”<sup>6</sup>.

Varios países europeos han asignado ya parte de este espectro, pero en comparación con otras regiones del mundo aún faltan avances importantes por realizar. Como se analizará más adelante, la armonización entre los diferentes países y la posibilidad de no demorar las subastas en el tiempo son factores que tendrán un impacto directo en la capacidad de despliegue del 5G en Europa.

espectro radioeléctrico y la interoperabilidad de las telecomunicaciones, los casos de uso del 5G pueden clasificarse en tres grupos principales con diferentes requerimientos<sup>7</sup>:

- **Comunicaciones Masivas de Máquina a Máquina (mMTC):** este uso está diseñado para proporcionar una amplia cobertura de área y una profunda penetración para cientos de miles de dispositivos por kilómetro cuadrado de cobertura. Un

3 GSMA (2019). *La salud y las redes móviles 5G*.

4 Blackman, C., Forge, S. (2019). *5G Deployment: State of Play in Europe, USA and Asia*.

5 5G Public Private partnership. (2017) *Euro-5g – Supporting the European 5G Initiative*.

6 *Ibidem*.

7 Unión Internacional de Telecomunicaciones (2018). *Sentando las bases para la 5G: Oportunidades y desafíos*.

objetivo adicional del mMTC es proporcionar una conectividad ubicua con una complejidad de software y hardware relativamente baja y un funcionamiento de baja energía. El mMTC será fundamental para el desarrollo de la Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés).

• **Comunicaciones Ultrafiabiles y de Baja Latencia (URLLC):** diseñado para la vigilancia, precisión y el control en tiempo real, con una latencia de extremo a extremo muy baja y una alta fiabilidad. Este grupo se puede denominar también Comunicaciones de Baja Latencia Ultra Confiables que serviría, por ejemplo, para flujos de trabajo industriales, como la automatización de la distribución de energía en una red inteligente para el control de procesos industriales, cirugías remotas o interacción de vehículos autónomos. Este uso proporciona una cobertura de datos ultra confiable con una latencia teórica de menos de un milisegundo.

• **Banda Ancha Móvil Mejorada (eMBB):** proporciona tanto comunicaciones de alta velocidad de datos como de baja latencia, la banda ancha móvil mejorada también ofrece una mejor cobertura, más allá de la proporcionada por el 4G. La conectividad y el ancho de banda serán más uniformes en la zona de cobertura, mientras que el rendimiento se degrada a medida que aumenta el número de usuarios. Será la aplicación que usuarios y consumidores perciban más rápida y directamente en su día a día.

Los operadores inalámbricos prevén que el principal caso de uso comercial de las primeras redes 5G se articulará alrededor del uso eMBB. Llevará la banda

ancha móvil de alta velocidad a zonas altamente pobladas, permitirá que los consumidores disfruten de la emisión en continuo de alta velocidad de contenidos a la carta en dispositivos domésticos, de pantalla y móviles, y propiciará una evolución de los servicios de colaboración empresarial, entre otras cosas.

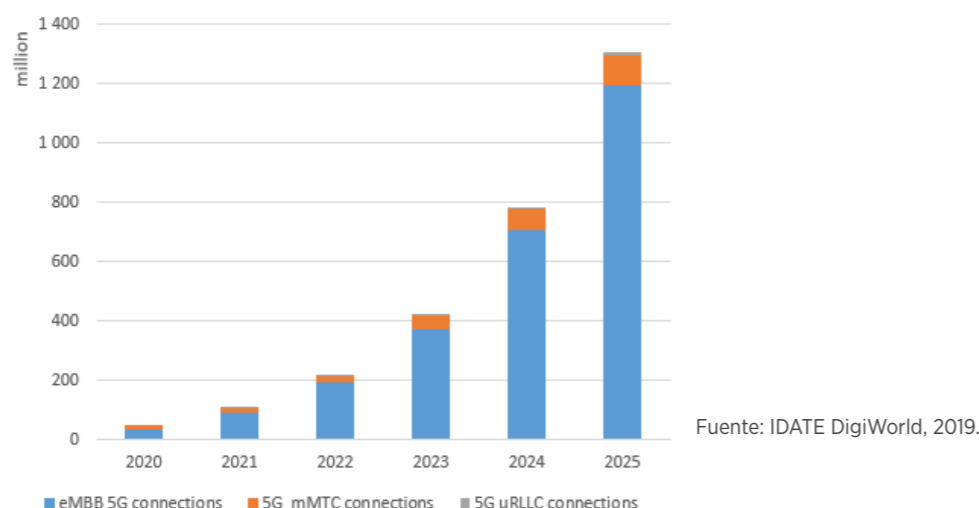
Los primeros lanzamientos de 5G en los mercados móviles avanzados se produjeron en 2018 y 2019; en Australia, Austria, Finlandia, Italia, Qatar, Corea del Sur, España, Suiza, Reino Unido y Estados Unidos, entre otros. En 2020, el mundo también será testigo de varios lanzamientos de 5G y los avances en los usos comerciales continúan llevando el peso del desarrollo de esta tecnología de mano de los operadores.

Sin embargo, como se ha explicado, esto no indica que vayamos a ver el despliegue completo de la tecnología 5G en su totalidad, sino el comienzo de las posibilidades de la nueva generación. Las pruebas precomerciales para los otros usos del 5G, siendo los más revolucionarios, pueden tardar aún en llegar.

Según las estimaciones de IDATE DigiWorld el 90% de las conexiones 5G en 2025 serán del tipo eMBB y por tanto la mayoría de las ganancias también irán unidas a este modelo de negocio.

Por otro lado, de acuerdo con la misma entidad, las Comunicaciones Masivas de Máquina a Máquina (mMTC) supondrán el segundo modelo más empleado y, en último lugar, se estima que las Comunicaciones Ultrafiabiles y de Baja Latencia (URLLC) sean las menos desarrolladas para entonces.

**GRÁFICO 4**  
**Conexiones mundiales de 5G (Estimaciones, 2020-2025)**



Como se analizará a continuación, las aplicaciones mMTC y URLLC de esta tecnología desatarán un amplio abanico de aplicaciones innovadoras y digitalizarán un gran número de industrias verticales que impactan directamente en muchos aspectos de la vida humana y en sectores estratégicos de los países.

**¿Qué puede hacer el 5G?**

El cambio al 5G sin duda modificará la forma en que los ciudadanos, las empresas, los gobiernos o cualquier agente social interactúa con la tecnología en el día a día. Algunas de las aplicaciones en las que se percibirán los cambios proporcionados por esta nueva tecnología de manera más drástica son:

- **Transporte y automoción:** se habilitarán algunos sistemas de transporte inteligente, como aplicaciones automovilísticas para servicios a bordo de vehículos y entre vehículos cercanos. Otros usos importantes serán los servicios anticolidión, la gestión automática del tráfico, sistemas de visión trasera y lateral, mantenimiento preventivo y diagnósticos, así como servicios de entretenimiento y navegación en los vehículos. Este tipo de comunicación intravehicular podría salvar miles de vidas y, sin duda, convertir en realidad los coches autónomos, que no precisarían de conducción humana. A través de la tecnología 5G, los vehículos podrán comunicarse con otros en sus desplazamientos, brindarán información a terceros sobre las condiciones de la carretera y otorgarán información de rendimiento a los conductores y fabricantes de automóviles.
- **Entretenimiento:** en este caso hablamos de los muchos proveedores de contenidos de entretenimiento de televisión y los distribuidores de contenidos asociados, al igual que el sector de los videojuegos, programas de realidad aumentada, etcétera. Todos ellos, al igual que los usuarios, podrán verse favorecidos por el uso de esta tecnología. Los avances en conectividad, realidad virtual o calidad del servicio serán determinantes para la industria del entretenimiento en el ecosistema 5G.
- **Industria:** como el 5G tiene una latencia notablemente baja, el control remoto de la maquinaria pesada será una realidad. Si bien el objetivo principal es reducir el riesgo en entornos

Mientras, los primeros despliegues comerciales 5G se enfocan hacia la banda ancha móvil mejorada. En consecuencia, en muchos países los principales operadores están trabajando arduamente para crear redes 5G, pero su despliegue a gran escala, sin embargo, llevará aún varios años.

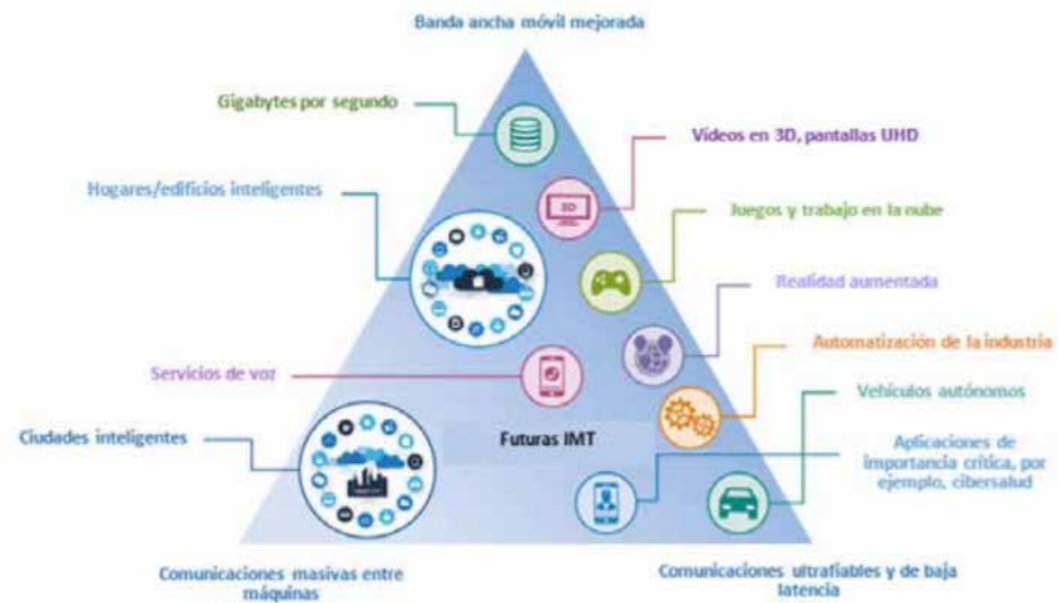
peligrosos, también permitirá a los técnicos con conocimientos especializados controlar la maquinaria desde cualquier lugar del mundo. De igual manera, se proyectan avances significativos en la automatización de procesos industriales que cambiarán los modelos de producción de muchas compañías.

- **IoT (Internet de las cosas):** aunque actualmente existen sensores que pueden comunicarse entre sí, tienden a requerir muchos recursos y están agotando rápidamente la capacidad de datos de LTE. Con velocidades de 5G y su baja latencia, el IoT se alimentará de las comunicaciones entre los sensores y los dispositivos inteligentes (uso mMTC). En comparación con los dispositivos inteligentes disponibles actualmente en el mercado, los mMTC requerirán menos recursos, ya que un gran número de estos dispositivos pueden conectarse a una sola estación base, por lo que son más eficientes.
- **Sanidad:** el componente de comunicaciones ultraconfiables de baja latencia (URLLC) del 5G podría cambiar fundamentalmente la atención médica. Dado que las URLLC reduce la latencia de 5G aún más de lo que se verá con la banda ancha móvil mejorada, se abre un mundo de nuevas posibilidades: atención médica a distancia, recuperación remota y terapia física a través de la realidad aumentada, cirugía de precisión e incluso cirugía remota, podrían ser algunas de los campos en los que se desarrollen aplicaciones en los próximos años. El uso mMTC también jugará un papel clave en el cuidado de la salud. Los hospitales pueden crear redes de sensores masivos para monitorear a los pacientes, los médicos pueden prescribir pastillas inteligentes para hacer un seguimiento del cumplimiento y las aseguradoras pueden incluso monitorear a los suscriptores para determinar los tratamientos y procesos apropiados.

- **Administración pública:** el 5G puede suponer un cambio fundamental en la prestación de servicios públicos como los de policía y seguridad, de energía y agua, gestiones administrativas, etcétera. Además, puede mejorar la eficiencia en la gestión de ciudades y municipios dando pie a las *smart cities*.

Estos son solo algunos ejemplos de las posibles implicaciones prácticas que el 5G podría tener en la sociedad. En el diagrama inferior se puede apreciar una relación de posibles aplicaciones prácticas de esta tecnología en relación con los tres posibles usos definidos anteriormente.

#### GRÁFICO 5 Supuestos de utilización de la red 5G



Fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones (2017)

Como se analizará en el próximo apartado, el despliegue de la tecnología 5G traerá consigo un gran desarrollo respecto a las anteriores generaciones de telecomunicaciones. Sin embargo, las especificaciones técnicas para poder llevar a cabo dicho despliegue ponen encima de la mesa una serie de desafíos y retos más complejos que los expuestos en el uso y despliegue de redes previas.

Esta nueva infraestructura se ha construido con el propósito de proporcionar los requisitos técnicos esenciales para el desarrollo de nuevas tecnologías, como la robótica de alta precisión, la inteligencia artificial, los vehículos autónomos y todos aquellos dispositivos que constituyen el Internet de las Cosas. Por lo tanto, el 5G representa el marco en el que se desarrollará la próxima revolución industrial y en el que se moverán los países y regiones que compiten a nivel global.

## RESUMEN DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO

Desde el desarrollo de los primeros receptores hasta la introducción de los teléfonos inteligentes, se han sucedido cuatro generaciones diferentes de tecnología de telecomunicaciones. Cada una de ellas ha contribuido a la expansión de los tipos de servicios que se ofrecen y al mismo tiempo ha tratado de mejorar la calidad, el alcance y la sostenibilidad de toda la red.

Cada generación se ha definido principalmente por dos variables que la diferenciaban de la anterior: la capacidad y la velocidad de transmisión de datos. Así,

se han desarrollado desde la tecnología analógica inicial hasta los datos de alta velocidad que se consumen hoy en día.

Las redes móviles cuentan ya con una evolución de prácticamente 40 años, desde la década de 1980 hasta el 2020. Analizar el camino recorrido ilustra la velocidad a la que las redes móviles inalámbricas han evolucionado, así como las lecciones aprendidas en los pasos dados en cuestiones de requisitos y estandarización de las diferentes generaciones.

### 1G

La primera generación de redes móviles —o 1G como se denominaron posteriormente cuando se introdujo la siguiente generación— fue lanzada por Nippon Telegraph and Telephone (NTT) en Tokio en 1979 y fue seguida por el lanzamiento del sistema de Telefonía Móvil Nórdica (NMT) en Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia, en 1981. Posteriormente, también llegaría a Europa durante la década de los 80 el Total Access Communication System (TACS)<sup>8</sup>.

La tecnología que tuvo más importancia en esta generación fue el Sistema Avanzado de Telefonía Móvil o Advanced Mobile Phone System (AMPS), que se empleó con mayor fuerza en Estados Unidos, país en el que se desarrolló y lanzó comercialmente.

La tecnología 1G tenía una serie de inconvenientes: la cobertura era pobre y la calidad del sonido baja, no había itinerancia entre operadores y tampoco existía compatibilidad entre sistemas, ya que operaban en diferentes rangos de frecuencia. Se trataba de la primera aparición de comunicaciones móviles y, aunque fueron revolucionarias, adolecía de notables carencias.

Además, las llamadas no estaban encriptadas, por lo que era relativamente sencillo acceder a ellas. El 1G se apoyaba en tecnología analógica para poder establecer comunicaciones de voz, lo que implicaba una importante limitación para incorporar mecanismos de seguridad a la comunicación.

### 2G

La segunda generación de redes móviles, o 2G, fue lanzada bajo el estándar GSM en Finlandia en

1991. El nombre del estándar completo es Global System for Mobile Communications, aunque proviene

<sup>8</sup> Huidobro, J & Conesa, R. (2006). *Sistemas de telefonía*, 5ª Edición.

originalmente del francés Groupe Speciale Mobile<sup>9</sup>.

En esta generación se produjo un avance fundamental al permitir la encriptación de llamadas, lo que, a diferencia del 1G, añadía seguridad en las comunicaciones que se realizaban. Además, las llamadas de voz digitales eran de una calidad claramente superior. Por otro lado, el sistema capacitaba al usuario para las conexiones en itinerancia.

El 2G ayudó a sentar las bases para una transformación digital importante en la sociedad. Con este nuevo desarrollo, a nivel de servicios los usuarios podían enviar mensajes cortos de texto (SMS, por sus siglas en inglés), mensajes con imágenes y mensajes multimedia (MMS, por sus siglas en inglés) a través de sus terminales. Las redes analógicas de la primera generación daban así lugar a las digitales.

Aunque las velocidades de transferencia de 2G eran inicialmente sólo de unos 9,6 Kbps, los operadores de GSM invirtieron en nuevas infraestructuras y comenzaron a desarrollar un servicio llamado General Packet Radio Service (GPRS), que también se conoce como la red 2.5G. Tras desarrollarse, el GPRS tenía la capacidad de transmitir datos de hasta 160 Kbps. La siguiente fase del GPRS, que se conoció como 2.7G o 2.75G, incluyó la mejora de velocidades de datos,

## 3G

Con el 3G llegó una importante actualización de sistemas y equipos. Esta nueva red permitía las transmisiones de datos de alta velocidad e incluía el acceso avanzado a multimedia, internet de alta velocidad y otras mejoras que la diferenciaban de su predecesora, la 2G. La tecnología 3G permitió así a los operadores de redes ofrecer a los usuarios una gama más amplia de servicios avanzados y, al mismo tiempo, lograr una mayor capacidad de red gracias a la mejora de la eficiencia espectral.

Esta nueva generación capacitaba a los usuarios para llegar a alcanzar velocidades de hasta 2 Mbps. Dicha capacidad dio paso a los *smartphones*, que empezaron a generalizarse entre los usuarios. La tecnología 3G impulsó significativamente el

dando lugar a las conexiones EDGE, que podían ofrecer velocidades de hasta 500 Kbps.

A pesar de que estas velocidades eran relativamente lentas comparadas con los usos que se tienen hoy en día en la tecnología móvil, el 2G revolucionó el panorama empresarial y social, en lo que supuso el auge y penetración de internet y la consecuente digitalización de la sociedad.

La transición de la telefonía móvil de la primera a la segunda generación se caracterizó sin duda por el paso de las comunicaciones analógicas a las digitales, pero también por la creciente necesidad de que estos sistemas funcionasen sin discontinuidad en diferentes lugares del mundo.

Por ello, en la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones de 1992 (CAMR - 92), de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, se tomó la decisión de incluir en el Reglamento de Radiocomunicaciones una serie de bandas de frecuencia acordadas a nivel mundial para el funcionamiento de los futuros sistemas públicos de telecomunicaciones móviles terrestres, los ahora denominados sistemas de Telecomunicaciones Móviles Internacionales o International Mobile Telecommunications (IMT).

crecimiento de la industria móvil, ya que masificó los servicios al tiempo que las nuevas ventajas y posibilidades que ofrecían los nuevos terminales calaron ampliamente entre los consumidores, aumentando a su vez la demanda de estos productos.

Las especificaciones y estándares del 3G se pusieron a disposición del público bajo el nombre de IMT-2000 tras la aprobación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. El concepto 2000 de la terminología no hace referencia al año 2000, sino a la velocidad de transmisión: 2000 kilobits por segundo.

El objetivo fundamental de las especificaciones IMT-2000 era proporcionar una cobertura universal y facilitar una itinerancia más fluida a través de

numerosas redes. También tenía por objeto lograr velocidades de transmisión de hasta 394 Kbps para las estaciones móviles y 2 Mbps para las estaciones fijas.

Los dos sistemas más relevantes que cumplen con los estándares 3G establecidos son:

- **El Universal Mobile Telecommunications System o UMTS**, ofrecido por primera vez en 2001 y estandarizado por el 3rd Generation Partnership Project (3GPP). Este sistema fue utilizado principalmente en Europa, Japón y otras regiones en las que predominaba la infraestructura GSM. Además, este sistema contempla diferentes interfaces de radio que comparten la misma infraestructura:
  - La original y más extendida es la Wideband Code Division Multiple Access o W-CDMA. Puede definirse como una mejora de las redes del Sistema Mundial de Comunicaciones Móviles (GSM) como alternativa a la CDMA2000 para los sistemas CDMA mejorados en Japón y en Europa.
  - La interfaz de radio TD-SCDMA, comercializada en 2009 y que predomina en China.
  - La interfaz Evolved High Speed Packet Access o HSPA+ fue el último lanzamiento del sistema UMTS; extiende y mejora el rendimiento de las redes de telecomunicaciones móviles de

## 4G

Aunque es el término que se utiliza para referirse a la cuarta generación de telefonía móvil, el nombre real de la tecnología es Long Term Evolution (LTE) o evolución a largo plazo. Un salto de los últimos avances del 3G hacia una conectividad mucho más rápida.

Tras casi una década de desarrollo de la tecnología 3G, en 2008 la UIT creó un nuevo grupo de trabajo para definir las especificaciones de esta tecnología bajo los estándares IMT-Advanced, toda vez que incluyeron nuevas capacidades que iban más allá de las IMT-2000, dando acceso a una mayor gama de servicios de telecomunicaciones.

Nuevamente, los modelos de estándares propuestos por el grupo 3GPP, conformado por organizaciones

tercera generación, como son el 3.5G o HSDPA y 3.5G Plus, 3.75G o HSUPA en el marco de los protocolos WCDMA.

- **El sistema CDMA2000**, que fue ofrecido por primera vez en 2002 y fue estandarizado por el grupo 3GPP2, es utilizado especialmente en Norteamérica y Corea del Sur, y comparte infraestructura con la norma IS-95 2G. En este caso, los teléfonos móviles son normalmente híbridos CDMA2000 e IS-95. El último lanzamiento, el EVDO Rev B, llega a ofrecer velocidades máximas de 14,7 Mbps de bajada.

Si bien la norma GSM EDGE, los teléfonos inalámbricos DECT y las normas WiMAX móviles también cumplen formalmente los requisitos de las IMT-2000 y están aprobadas como normas 3G por la UIT, no suelen ser de consideradas 3G y es importante destacar que se basan en tecnologías completamente diferentes.

La primera red precomercial de 3G fue lanzada por NTT DoCoMo en Japón en 1998. Estuvo disponible por primera vez en mayo de 2001 como prelanzamiento de la tecnología W-CDMA. El primer lanzamiento comercial de 3G también fue realizado por NTT DoCoMo en Japón en octubre de 2001, aunque en un principio su alcance fue algo limitado y la disponibilidad más amplia del sistema sufrió un retraso por aparentes preocupaciones sobre su fiabilidad.

de telecomunicaciones, obtuvieron el mayor éxito en la estandarización del 4G, basadas, como se explica a continuación, en la tecnología LTE.

Realmente, los primeros estándares LTE eran sólo de 3,9G o pre-4G, porque una verdadera red de 4G debería alcanzar velocidades de datos de 1Gbps de acuerdo con la estandarización que se realizó posteriormente. Esto generó un desfase entre la comercialización del producto y su estandarización.

La tecnología LTE empezó a desarrollarse en 2005 y salió al mercado a finales del 2009, de forma que cuando la tecnología LTE estaba operativa, aún no había una estandarización final bajo las normas IMT-Avanzadas. Posteriormente, cuando dichas se

<sup>9</sup> *Ibidem*.

fijaron definitivamente, se comprobó que la LTE no cumplía dichos estándares y que por tanto no era 4G propiamente dicha. Sin embargo, la UIT decidió posteriormente que la tecnología LTE podía denominarse, junto con otras con prestaciones similares, tecnología 4G.

Con posterioridad y tras nuevos desarrollos y mejoras de los sistemas, la tecnología LTE Advanced sí cumplió formalmente con los requisitos del UIT y, para diferenciar el LTE Advanced y WiMAX-Advanced de otras tecnologías llamadas 4G, la UIT las definió como Verdaderas 4G.

De acuerdo con esas especificaciones, la red 4G debía posibilitar que un dispositivo conectado accediera a

una velocidad de 1 Gbps, cuando el usuario estuviera moviéndose a baja velocidad, y a 100 Mbps, mientras el usuario se mueve a más velocidad.

Comercialmente el 4G se desplegó por primera vez en Estocolmo, Suecia y Noruega en 2009 bajo el estándar LTE 4G. Posteriormente se introdujo en todo el mundo e hizo que la transmisión de vídeo de alta calidad se convirtiera en una posibilidad para millones de consumidores.

El 4G representó un catalizador para facilitar a los usuarios nuevos servicios innovadores y aplicaciones de banda ancha como juegos en movimiento, videoconferencia de alta definición, transferencia de todo tipo de comunicaciones, internet móvil, etcétera

## 5G

Siguiendo las mismas pautas que en generaciones anteriores, la UIT estableció en 2012 el programa IMT-2020 a fin de definir una hoja de ruta para crear estándares que rigieran la tecnología 5G. En 2017, presentó un borrador con 13 requisitos mínimos que debía cumplir una red para ser considerada 5G. Sin embargo, es importante destacar que, aunque avanzada, la estandarización aún no se ha completado. De hecho, se espera que pueda definirse totalmente a lo largo de este año.

A partir de las pautas de la UIT, 3rd Generation Partnership Project (3GPP) diseñó unos estándares para la tecnología 5G. En diciembre de 2017, completó las especificaciones no autónomas, Non-StandAlone (NSA), diseñadas para coexistir con el 4G, y en junio de 2018 siguió con las independientes, StandAlone (SA).

Los estándares fijados por el 3GPP se corresponden estrechamente con los objetivos IMT-2020 y, pese a su complejidad, pueden destacarse cuáles serán algunos de sus desarrollos más importantes<sup>10</sup>:

- **Pico de velocidad de datos:** el 5G ofrecerá velocidades de datos significativamente más rápidas; se estima que las máximas pueden alcanzar los 20 Gbps de bajada y 10 Gbps de subida por estación base móvil.

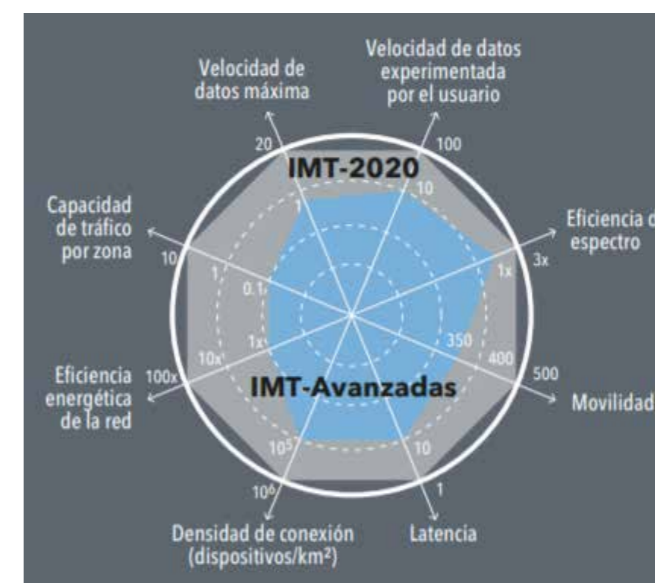
- **Velocidades del mundo real:** mientras que estas velocidades máximas de datos para 5G se dan en un marco teórico, las reales probablemente no sean las mismas. La especificación exige al usuario velocidades de descarga de 100 Mbps y velocidades de subida de 50 Mbps.
- **Latencia:** el tiempo que los datos tardan en viajar de un punto a otro debería ser de cuatro milisegundos en circunstancias ideales, y reducirse hasta un milisegundo para casos de uso que requieran la máxima velocidad como las Comunicaciones Ultrafiabiles y de Baja Latencia (URLLC).
- **Eficiencia energética:** las interfaces de radio deben ser eficientes en cuanto a la energía, cuando están en uso, y pasar a modo de bajo gasto energético cuando no están en reposo. Idealmente, deberían ser capaces de cambiar a un estado de bajo gasto energético en 10 milisegundos cuando no están en uso.
- **Eficiencia espectral:** es el uso optimizado del espectro o ancho de banda para que se pueda transmitir la máxima cantidad de datos con el menor número de errores de transmisión. El 5G debería tener una eficiencia espectral ligeramente mejorada con respecto a la red LTE, llegando a 30

bits/Hz de enlace descendente, y 15 bits/Hz de enlace ascendente.

- **Movilidad:** con el 5G, las estaciones base deberían soportar un movimiento de 0 a 310 M/ph. Esto significa que la estación base debería funcionar en un rango de movimientos de antena, incluso en un tren de alta velocidad. Aunque es relativamente fácil de hacer en las redes LTE, tal movilidad podría ser un desafío en las nuevas redes de ondas milimétricas.

- **Densidad de conexión:** la tecnología 5G debería ser capaz de soportar muchos más dispositivos conectados que las redes LTE. El estándar establece que el 5G debe soportar un millón de dispositivos conectados por kilómetro cuadrado. Supone un importante aumento respecto a la anterior generación, pero contempla las necesidades que generarán los nuevos usos que traerán consigo las redes 5G.

**FIGURA 6**  
Mejora de las capacidades fundamentales de las IMT-2020 con respecto a las IMT- Avanzadas



Fuente: la Unión Internacional de Telecomunicaciones (2017)

La red 5G, gracias sus nuevas y mejoradas capacidades, será radicalmente diferente de las generaciones anteriores. Unos avances y características particulares necesarios para para las numerosas utilidades previstas, que se traducen en exigencias técnicas muy diversas y que trasladan

el reto y los desafíos de desarrollo más allá de los sistemas, redes y capacidades actuales.

Como conclusión, en la tabla inferior se puede ver un resumen de la evolución de las redes móviles desde el 1G hasta la actualidad.

**TABLA 2**  
Evolución de las redes móviles

	1G	2G	3G	4G	5G
<b>Fecha aproximada de implantación</b>	1980s	1990s	2000s	2010s	2020s
<b>Velocidad de descarga teórica</b>	2Kbps	384Kbps	56Mbps	1Gbps	10Gbps
<b>Latencia</b>	N/A	629 ms	212 ms	60-98 ms	< 1 ms

Fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones (2018)

<sup>10</sup> Unión Internacional de Telecomunicaciones (2017). *Minimum requirements related to technical performance for IMT-2020 radio interface(s)*. Draft Report.

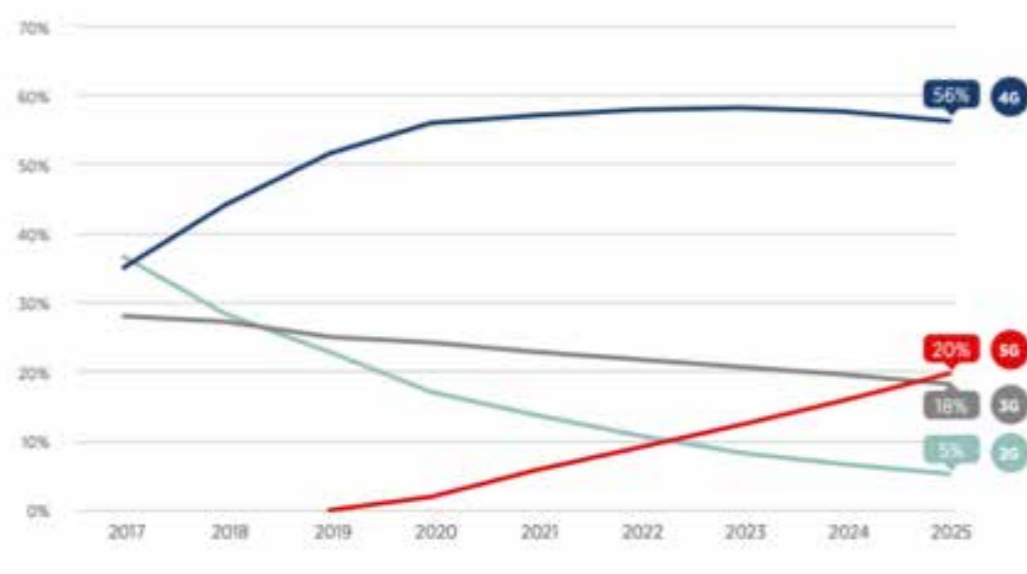
Prueba de estas diferencias, en aquellas ciudades donde operadores ya han establecido proyectos piloto de uso 5G y lanzado productos comerciales, los usuarios han experimentado un aumento significativo en su velocidad de conexión, un fenómeno que se espera que no pare cuando la implementación de infraestructuras esté más desarrollada. De cara a las perspectivas de los operadores de telefonía, esto también es una cuestión clave a la hora de entender la demanda por el servicio que tendrán los usuarios.

Por todo ello, resulta evidente que, en el desarrollo de las redes móviles de los últimos 40 años, el 5G supone uno de los pasos más importantes. No solo por la evolución que representa con respecto a las anteriores generaciones, sino porque dicha evolución

lleva consigo nuevas utilidades que cambian el marco de uso de la tecnología móvil como se conocía hasta ahora.

Sin embargo, pese a estos importantes cambios que la tecnología 5G introducirá en nuestra sociedad, esa transición aún tardará en llegar. Las dificultades tecnológicas y estructurales que ya se han comentado, junto a otros requisitos y a la falta de conocimiento por parte de la demanda dilatarán la llegada y penetración del 5G, por lo que el 4G continuará siendo la red con mayor presencia en el día a día. Más aun teniendo en cuenta que los usos mMTC y URLLC del 5G suponen un salto clave con respecto a las generaciones anteriores.

**GRÁFICO 7**  
**Porcentaje que representa cada generación del total de conexiones (excluyendo IoT)**



Fuente: GSMA (2020).

De hecho, según las estimaciones de la GSMA<sup>11</sup>, para 2025 las conexiones 5G serán de 1.800 millones. Sin embargo, de acuerdo con la misma entidad supondrán un 20% del total, frente al 56% que aún representarán las 4G en todo el espectro de conexiones.

En cuanto al ámbito europeo, las estimaciones señalan que habrá más de 230 millones de conexiones 5G, que supondrán el 34% del conjunto.

<sup>11</sup> GSMA (2020) *The Mobile Economy 2020*.

## EL MERCADO INTERNACIONAL Y LOS ACTORES PRINCIPALES DEL 5G

Debido a las múltiples implicaciones que lleva consigo el despliegue de una nueva red de telecomunicaciones móviles, la carrera por el control del 5G ha sido, desde el comienzo, una carrera global que combina distintos intereses.

Los beneficios económicos de esta transición tecnológica no atraen únicamente a los operadores o a los proveedores de infraestructuras y sistemas. Debido a la progresiva digitalización de sociedad, las telecomunicaciones representan hoy en día uno de los principales sectores de la economía mundial. Algunos estudios estiman que el desarrollo del 5G contribuirá al crecimiento del Producto Interior Bruto (PIB) mundial en un 0,2% anual entre 2020 y 2035<sup>12</sup>.

A nivel estatal, la subasta para la explotación de las radiofrecuencias entre las compañías operadoras genera por sí sola un importante rendimiento para las arcas públicas de los países. Más allá de esta cuestión, diferentes estudios han demostrado que los países que se adaptan más rápidamente a estos cambios tecnológicos obtienen mayores beneficios macroeconómicos debido a la ventaja comparativa que generan respecto a sus competidores. Este es un fenómeno que ya se dio con el salto a la anterior generación, la 4G/LTE<sup>13</sup>.

Por todo ello, un elemento crucial a tener en cuenta al analizar la transición al 5G es el cambio de equilibrio de poderes que podría generar, tanto a nivel geopolítico como industrial y empresarial.

La hegemonía occidental sobre el proceso internacional de toma de decisiones en materia tecnológica se ve ahora desafiada por nuevas potencias económicas y digitales, especialmente desde Asia, que, conscientes de su importancia estratégica, desean tener una mayor influencia en el establecimiento de normas mundiales y en la futura infraestructura 5G.

Además del ámbito económico, el político se ve igualmente afectado. Países como China y grupos de telecomunicaciones como Huawei no pueden ser a priori excluidos del proceso en el que se establezcan las normas de estandarización definitiva para los sistemas 5G, ya que juegan un papel prominente en el desarrollo de dicha tecnología. Esto está generando tensiones globales entre distintos países del ámbito occidental que muestran su preocupación por la interferencia en dicho proceso de los intereses de actores poco transparentes y los propios proveedores de dichos países.

De esta manera, la presencia dominante de China en esta competición y las importantes empresas del asiático que compiten a nivel global, la carrera del 5G no se da únicamente en el ámbito tecnológico, sino que se contraponen modelos económicos y políticos opuestos, con sus correspondientes intereses, en busca del poder que otorga el desarrollo de una tecnología que será fundamental en un futuro inmediato.

<sup>12</sup> Campbell, K. et al. (2017) *The 5G economy: how 5G technology will contribute to global economy?*.

<sup>13</sup> Recon Analytics (2018). *How America's 4G Leadership Propelled the U.S.*

## Estado actualizado del mercado global

De acuerdo con el último estudio de mercado publicado en marzo de 2020 por la Global Mobile Suppliers Association (GSA), una organización industrial sin ánimo de lucro que representa a empresas de todo el ecosistema móvil mundial, 381 operadores de 123 países diferentes habían anunciado a finales de marzo de este año que estaban invirtiendo en 5G. En paralelo, 70 operadores ya habían lanzado uno o más servicios de 5G que cumplieran con las

estandarizaciones marcadas por el grupo 3GPP en 40 países<sup>14</sup>.

En los gráficos 8 y 9 puede observarse la evolución de operadores que están invirtiendo o que ya han lanzado algún servicio de tecnología 5G y cómo, tanto en inversión como despliegue, Estados Unidos, Europa, China y otros países asiáticos como Corea del Sur o Japón lideran el proceso.

**GRÁFICO 8**  
**Operadores que invierten en 5G y con servicios comerciales lanzados**



Fuente: Global Mobile Suppliers Association (2020)

**GRÁFICO 9**  
**Mapa de las inversiones de los operadores mundiales en 5G**



Fuente: Global Mobile Suppliers Association (2020)

Son muchos los países involucrados en el desarrollo e implementación de la tecnología 5G y en la mayoría

de los casos persiguen intereses diferentes. Algo poco sorprendente pues, el impacto económico que puede

tener un despliegue avanzado y la ventaja competitiva que puede otorgar, hacen que la nueva generación de telecomunicaciones móviles puede ser la llave para moldear el poder político y económico global en los próximos años.

## China

En lo que se refiere a la definición y el desarrollo de las anteriores generaciones de telecomunicaciones, Estados Unidos, la Unión Europea, Japón y Corea del Sur fueron los principales protagonistas y por ello contaban con mayor relevancia. Sin embargo, hoy en día China es uno de los líderes indiscutibles de la revolución 5G y quiere lograr la victoria en la carrera por su control y despliegue.

Aunque China ya desempeñó un papel importante en el desarrollo de la red 4G, la innovación y el desarrollo tecnológico se han convertido en uno de los ejes estratégicos chinos bajo el mando de Xi Jinping. Uno de sus principales objetivos es convertir a China en un centro de innovación mundial y en ese contexto debe entenderse que para Pekín ganar la carrera del 5G sería “no sólo un éxito económico sino también un logro político fundamental para el Partido Comunista Chino”<sup>15</sup>.

Una característica fundamental de la estrategia china es que el Gobierno ejerce el control sobre el desarrollo de esta tecnología. Para ello, interviene directamente en la economía con el fin de buscar la eficiencia de la producción, el blindaje de las empresas nacionales frente a la competencia extranjera y una asignación de las inversiones impulsada políticamente para cumplir con los objetivos del país.

El Partido Comunista Chino sabe que los competidores de sus empresas en otros países juegan bajo otras normas, lo cual supone una ventaja comparativa a su favor, pudiendo armonizar estrategias y establecer planes de desarrollo totalmente controlados por el Gobierno, lo que merma la capacidad de la competencia extranjera.

Sin embargo, este enfoque plantea un riesgo de seguridad inherente al excesivo control que el

A continuación, se analizan con mayor detalle algunos de los países que están marcando esta carrera por controlar el desarrollo de la tecnología 5G:

Gobierno realiza sobre la tecnología 5G y sobre las empresas chinas que lideran su desarrollo. El manejo de internet y las telecomunicaciones se ha ido convirtiendo progresivamente en el instrumento más eficaz del régimen chino para asegurar un control más estricto y efectivo de los datos y de los ciudadanos. Esta forma de actuar, evidente en el interior de las fronteras chinas, supone a su vez una amenaza inherente para los países occidentales.

Las empresas chinas, especialmente aquellas de los sectores considerados estratégicos, se benefician de generosos subsidios y recortes fiscales por parte del Gobierno, lo que les permite desarrollar una ventaja sobre las empresas extranjeras. En paralelo, el régimen chino ha tenido cuidado en restringir y limitar el acceso de empresas extranjeras a su red nacional para no dañar a sus compañías.

Además, China cuenta con un extenso mercado interno que asegura a sus operadores y proveedores de infraestructuras un ámbito de desarrollo para realizar nuevas pruebas y mejoras que luego trasladar al mercado internacional. Otra característica propia de China que no se da en otros países, y menos aún con la baja competencia de la que disfrutaban las empresas chinas.

Precisamente, la escasa competencia en su mercado interno permite a estas compañías mantener unos precios tan competitivos que las empresas extranjeras difícilmente pueden igualar<sup>16</sup>. Al tiempo que las tecnológicas chinas pueden vender y generan ingresos en su mercado sin temor a la competencia interna, concentran más esfuerzos y recursos en la expansión de su cuota de mercado e influencia en Asia, Europa y América del Sur.

En este aspecto, el régimen chino ha trabajado arduamente para incentivar el desarrollo de sus

<sup>14</sup> Global Mobile Suppliers Association (2020). *5G Market: SNAPSHOT March, 2020*.

<sup>15</sup> Mariani, L & Bertolini, M. (2019). *The US-China 5G Contest: Options for Europe*.

<sup>16</sup> *Ibidem*.

compañías en el extranjero. Empresas como Huawei se sitúan como líderes mundiales en el desarrollo de infraestructuras 5G. De hecho, en 2019 ya había firmado 46 contratos comerciales para la construcción e implementación de redes 5G en todo el mundo, 25 de ellos en Europa<sup>17</sup>.

Esta expansión también es intensa en África o algunas zonas de Latinoamérica, ya que la tecnología china cuenta con un precio difícilmente igualable por otros competidores internacionales. No se trata de una estrategia novedosa, Pekín ya la ha implementado con otras infraestructuras, un método que ha resultado muy eficiente al país asiático para ganar peso a nivel global y generar en países de todo el mundo dependencias de sus infraestructuras.

A nivel económico, el régimen chino ha realizado importantes inversiones en un plan de acción nacional para el desarrollo del 5G. Estas inversiones se han canalizado a nivel nacional desde 2015 a

través de los tres principales operadores de telefonía móvil del país: China Mobile, China Unicom y China Telecom.

El Gobierno chino está abriendo cantidades significativas de espectro de media y alta frecuencia. En este país, el espectro más importante para el despliegue del 5G será el de 3,4-3,6 GHz y 4,8-5,0 GHz, aunque en las últimas deliberaciones del Ejecutivo también se ha habilitado el espectro de 2,6 GHz y se estudian otros posibles despliegues que mejoren el sistema<sup>18</sup>.

Todos los operadores chinos han llevado a cabo extensos ensayos de 5G y se han comprometido a realizar lanzamientos comerciales. La mayoría de los estudios sugieren que el mercado chino será uno de los más grandes del mundo para el 5G, ya que contará con más de 120 millones de suscriptores potenciales en 2022 y aproximadamente 1.500 millones para 2029<sup>19</sup>.

## Estados Unidos

En el lado opuesto se encuentra Estados Unidos, que mantiene una importante pugna contra el gigante asiático consciente de la importancia de esta nueva tecnología para el futuro de la competencia global, del poder económico e, indudablemente, de la seguridad internacional. Dos modelos contrapuestos que protagonizan una guerra comercial que afecta a todo el mercado de forma directa o indirecta.

Desde un punto de vista estratégico, Estados Unidos “busca las herramientas adecuadas para poder hacer frente al desarrollo chino sin perjudicar a su propia industria y su modelo económico”<sup>20</sup>. Al igual que ocurre en otros países del mundo, Washington no puede tener el control centralizado del mercado de la forma similar a como lo ejerce el régimen chino para potenciar y proteger a sus compañías. Una diferencia que supone una importante desventaja de cara a la competición por el desarrollo del 5G

mundial que amenaza el liderazgo tecnológico estadounidense.

Este contexto explica que “las políticas de los Estados Unidos oscilen entre la aplicación de los aranceles y las restricciones contra las empresas chinas”<sup>21</sup>, así como los proyectos de ley del Gobierno en apoyo de la competencia y los principios del libre mercado, como la legislación que prohíbe la nacionalización de redes 5G.

Pero además, a esta guerra comercial se suma la creciente preocupación sobre la seguridad de los productos y tecnologías chinas. No en vano, entre 2011 y 2018, el 90% de los ciberataques denunciados al Departamento de Justicia de los Estados Unidos tuvieron como origen China<sup>22</sup>.

En este contexto, las grandes empresas tecnológicas chinas han sido acusadas desde hace tiempo de

contribuir activamente a las actividades de espionaje de los servicios de inteligencia de China. Pese a que las pruebas de dichas acusaciones son limitadas, como se analizará más adelante, sí existe una preocupación internacional cada vez mayor sobre la posible amenaza que puede suponer el rol de China y de las empresas del país asiático en el despliegue del 5G en el mundo.

Además del desarrollo de su red nacional y su importante mercado interno, Estados Unidos puede contar con un liderazgo estratégico en el campo de los semiconductores y otros sistemas críticos para el desarrollo del 5G. Precisamente, las empresas chinas siguen siendo dependientes en esta materia. Una dependencia en la que se basó la política arancelaria de Donald Trump que, a su vez, abrió la puerta al desarrollo de esta producción en China.

Entre tanto, las empresas estadounidenses continúan desempeñando un papel destacado en la definición de estándares globales y el despliegue de las nuevas redes 5G. No en vano, fueron pioneras en la implementación de la red 4G y aún tienen como objetivo «ganar» la primera fase de 5G.

En lo que se refiere al despliegue la tecnología en el país, todos los operadores han comenzado las pruebas de implementación del 5G y han realizado lanzamientos comerciales en diferentes ciudades.

En junio de 2019, la alemana T-Mobile anunció el lanzamiento de los servicios 5G en Atlanta, Cleveland,

## Japón

Tokio presentó en 2014 la hoja de ruta para el despliegue del 5G en el país y ese mismo año comenzaron los ensayos experimentales de 5G en el país. Por lo tanto, Japón cuenta con más de cinco años de entendimiento de los desafíos prácticos que supone el desarrollo de esta nueva tecnología. Además cuenta con la tradición de ser uno de los países que siempre se ha situado a la cabeza de los desarrollos de anteriores generaciones de telecomunicaciones.

Dallas, Las Vegas, Los Ángeles y Nueva York, y AT&T amplió su infraestructura 5G a Austin, Los Ángeles, Nashville, Orlando, San Diego, San Francisco y San José. Al tiempo, otros operadores continúan desarrollando esta tecnología a lo largo y ancho de Estados Unidos con el objetivo de capitalizar su importante mercado interno, que a su vez será fundamental para el posicionamiento del país a nivel global.

En este sentido, a diferencia de Pekín, Washington está avanzando hacia el despliegue de la red 5G, pero guiado principalmente por los requisitos de sus operadores. En algunos casos se está haciendo mediante la reutilización del espectro empleado en la red LTE en los rangos de 300 MHz a 3 GHz. Una de las razones que explica esta estrategia es el hecho de que el país cuenta con grandes espacios rurales y los centros urbanos de gran densidad se encuentran situados en ambas costas.

Por otro lado, Estados Unidos cuenta con un reto añadido, ya que tiene “importantes barreras administrativas locales para el despliegue de células pequeñas necesarias para un despliegue efectivo de la red 5G”<sup>23</sup>. Esto genera importantes demoras y un encarecimiento de costes que, como se analizó anteriormente, conforma uno de los principales desafíos del desarrollo de la tecnología 5G. En este contexto, “las regulaciones locales continúan prevaleciendo a pesar del mandato de la Comisión Federal de Comunicaciones sobre cómo aligerar este despliegue”<sup>24</sup>.

En esta ocasión, el Gobierno ha mostrado una gran implicación y colaboración con los operadores para poner en marcha el 5G en el país. En este sentido, se han alcanzado acuerdos y compromisos por ambas partes en busca de objetivos comunes y de un marco regulatorio propicio para el despliegue y la seguridad del 5G.

A diferencia de los países europeos, Japón no subasta las bandas de frecuencias. Éstas fueron asignadas por el Ministerio de Asuntos Internos y Comunicación en

17 Xinhuanet.Com (2019) *Huawei obtains 46 commercial 5G contracts in 30 countries*.

18 Blackman, C., Forge, S. (2019). *5G Deployment: State of Play in Europe, USA and Asia*.

19 Jiang, L. (2019). *5G Technology, Market and Forecasts 2019-2029. 5G infrastructure and its impact on end-user industries*

20 Mariani, L & Bertolini, M. (2019). *The US-China 5G Contest: Options for Europe*.

21 *Ibidem*.

22 Kaska, K. Beckvard, H. and Minárik, T. (2019) *Huawei, 5G and China as a Security Threat*. Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence (CCDCOE), Tallin, Estonia.

23 Blackman, C., Forge, S. (2019). *5G Deployment: State of Play in Europe, USA and Asia*.

24 *Ibidem*.

abril de 2019 a los cuatro principales operadores del país, dando como resultado<sup>25</sup>:

- NTT Docomo (3,6-3,7 GHz, 4,5-4,6 GHz y 27,4-27,8 GHz).
- KDDI (3,7-3,8 GHz, 4,0-4,1 GHz y 27,8-28,2 GHz).
- Softbank (3,9-4,0 GHz y 29,1-29,5 GHz).
- Rakuten (3,8-3,9 GHz y 27,0-27,4 GHz).

Por su parte, los operadores de telefonía móvil se comprometieron a dar la siguiente cobertura a la población 5 años después de la emisión de la licencia: NTT Docomo (>90%), KDDI (>90%), Softbank (64%) y Rakuten (56%). Adicionalmente, los operadores acordaron con el Gobierno realizar inversiones en sus infraestructuras de redes 5G por valor de 7.000 millones de dólares (NTT Docomo), 4.100 millones (KDDI), 1.800 millones de dólares (Softbank) y 1.700 millones (Rakuten).

## Corea del Sur

En Corea del Sur, el Gobierno y la asociación público-privada 5G Forum, establecida en Seúl el 30 de mayo de 2013, definieron la estrategia móvil 5G en enero de 2014. Para ello, el Gobierno realizó una inversión 1.500 millones de dólares en un claro compromiso con el desarrollo de esta tecnología en el país.

En lo referente a su despliegue, el espectro de 3,5 GHz y 28 GHz se subastó en Corea del Sur en junio de 2018. Los operadores SK Telecom, LGU+ y KT lanzaron servicios 5G que se pusieron en marcha en diciembre de 2018, para los clientes empresariales, y en abril de 2019, para los usuarios comerciales.

El Gobierno de Corea del Sur prevé que el despliegue de las redes 5G de ámbito nacional se complete plenamente en 2022 o 2023. Además, el Ejecutivo ya ha anunciado planes para prácticamente duplicar la asignación de espectro 5G para los operadores móviles a finales de 2026 y continuar mejorando las prestaciones y el alcance de la red 5G en el país asiático.

Más allá, el Ejecutivo delimitó 13 condiciones que los operadores deben comprometerse a cumplir como parte de su trato para obtener frecuencias libres. Entre dichas condiciones se incluyen responsabilidades de seguridad, como la obligación de «tomar suficientes medidas de ciberseguridad para gestionar la cadena de suministro de equipos», lo que evidencia la preocupación por la posible entrada de tecnología y proveedores chinos en las redes del país.

Estos acuerdos entre los operadores y el Gobierno facilitaron que Japón se centrara en las soluciones de equipos sin tener que manejar proveedores de infraestructura de alto riesgo. Por ejemplo, los operadores tendrán que escoger a Nokia o Ericsson en lugar de a Huawei, en lo que hasta cierto punto supone una prohibición *de facto* del Ejecutivo japonés a este proveedor que debe contextualizarse en las sospechas y dudas sobre la seguridad de las infraestructuras chinas y la influencia de Pekín sobre ellas.

A nivel de los operadores y su mercado, KT ha informado de que terminó 2019 con 1,42 millones de suscriptores 5G. Por su parte, su rival, SK Telecom, anunció que terminó 2019 con 2,08 millones de suscriptores 5G. Finalmente, LG U+ informó de que cerró el ejercicio con 1,16 millones de suscriptores 5G<sup>26</sup>.

Esta penetración en su mercado interno sitúa a Corea del Sur como uno de los grandes líderes en la carrera por el desarrollo del 5G y uno de los países que mayor conocimiento está obteniendo sobre la demanda de los usuarios, algo que le da una importante ventaja sobre otros países que aún carecen de dicha información.

Estos datos y avances reflejan la importancia que tiene para Corea del Sur el desarrollo de su red 5G. El rápido crecimiento de China y el reconocimiento de la importancia que va a tener el desarrollo del 5G en la próxima revolución industrial han impulsado a los sucesivos Gobiernos de Corea del Sur a convertir

el 5G en un eje estratégico nacional. Por su parte, las empresas de telecomunicaciones surcoreanas han invertido en infraestructura y fortalecimiento de su mercado e industria.

Además, Corea del Sur compite también por ser un país productor y exportador de materiales clave para

## Taiwán

Taiwán es otro agente importante en la carrera global del 5G y cuenta con la ventaja de ser un centro mundial de fabricación de semiconductores y otros equipamientos clave para el desarrollo de esta tecnología. Este papel como exportador le obliga a prestar atención tanto al desarrollo de su mercado y despliegue de red nacional 5G, como a la competencia global en el mercado internacional de semiconductores. No en vano, en 2018 la penetración de la red 4G en Taiwán era del 91%<sup>27</sup>, la más alta de toda Asia, y se espera que el despliegue de la red 5G sea progresivo y se apoye en una red ya existente.

En Taiwán cohabitan tres grandes operadores de telecomunicaciones: Chunghwa Telecom, Taiwan Mobile y Far Eastone, que en conjunto dan servicio al 92% de la demanda nacional. El operador más grande, Chunghwa Telecom, se ha fijado como objetivo lanzar servicios comerciales 5G en el tercer trimestre de 2020.

En lo referente a la asignación del espectro, finalizó una subasta en enero de 2020 que alcanzó los 4.600 millones de dólares, según la información proporcionada por la Comisión Nacional de Comunicaciones de Taiwán. El regulador confirmó

## Singapur

Singapur aspira a ser un líder mundial en la innovación de aplicaciones y servicios 5G, con el apoyo de un ecosistema ampliamente desarrollado, así como de una infraestructura segura. El despliegue de la red está en proyecto para este mismo año y el Gobierno aspira a que cubra la cobertura cubra la mitad de Singapur para 2022, de acuerdo con los planes del Ministerio de Comunicación e Información.

el desarrollo del 5G; una estrategia en la que cuenta con actores tan relevantes como Samsung. Por ello, los avances que realizan dentro de sus fronteras son de vital importancia de cara al peso global en el mercado que posteriormente pueda adquirir el país y las ventajas que pueda desarrollar respecto a sus competidores.

que, Chunghwa Telecom, Taiwan Mobile, Far Eastone Telecommunications y Taiwan Star Telecom, se habían asegurado el espectro en la banda de 3,5 GHz.

Es necesario destacar que en este país asiático los operadores deben presentar un plan de negocios y otro de seguridad de la información que deben ser aprobados por las entidades regulatorias antes de poder lanzar sus servicios 5G. Este procedimiento pretende examinar en detalle los riesgos en materia de seguridad de las redes que se desplegarán en el país, al igual que lo hacen otros países de su entorno.

En este sentido, Chunghwa Telecom ha recibido luz verde a sus dos planes tras haber contratado a Nokia y Ericsson como proveedores, mientras sus competidores aún están a la espera de que se aprueben sus planes de seguridad o negocio.

Para terminar de dibujar el panorama de Taiwan, hay que destacar que el país cuenta con numerosas empresas que forman parte de la cadena de producción de equipamiento crítico para la infraestructura 5G, como fabricantes de componentes de semiconductores, de circuitos integrados o estaciones base.

En lo referente al marco regulatorio, la línea estratégica de Singapur implica el apoyo de los despliegues que sean oportunos, seguros y aptos para su finalidad y el interés del país. A este respecto, la IMDA, entidad regulatoria del país, concederá espectro a los operadores que puedan obtener los resultados deseados y generar valor añadido para la economía de Singapur.

<sup>25</sup> 5G Observatory Quarterly Report 7.

<sup>26</sup> *Ibidem*.

<sup>27</sup> OpenSignal (2018) *State of Mobile Networks: Taiwan*.

En cierto modo, se trata de un enfoque adaptado a las necesidades y posibilidades reales del país, en “una estrategia muy pragmática del despliegue de su red que puede servir de ejemplo a Europa”<sup>28</sup>.

En lugar de propiciar el despliegue de la red y esperar a que el mercado se adapte a su uso, el Gobierno trata de que las fuerzas vayan acompasadas para así maximizar el rendimiento de los despliegues que se vayan realizando. Para tal fin, al igual que ocurre en otros países asiáticos, el Ejecutivo mantiene una relación muy estrecha con el sector privado para facilitar dicha estrategia.

Las autoridades de Singapur quieren que los cuatro operadores principales —SingTel, StarHub, M1 y TPG— introduzcan servicios 5G en el país. Por ello, el Gobierno plantea seleccionar a dos operadores que desplieguen la red utilizando la banda de 3,5GHz, asignar otra banda adicional para mejorar su actual infraestructura de 4G LTE a 5G a otros dos. Como se ha dicho, el objetivo es adjudicar el espectro a mediados de 2020 aunque la fecha puede sufrir variaciones. Los operadores también recibirán el espectro de las bandas de 26GHz y 28GHz en subasta.

## La batalla de los fabricantes de infraestructuras y equipamiento

Si bien el desarrollo y los planes de los principales países implicados en la carrera por el despliegue de la red 5G es fundamental, subyace otra cuestión de fondo que debe tenerse en cuenta para entender el reto en su conjunto: la competición entre los fabricantes de equipos que harán posible el desarrollo de esta tecnología.

Aunque en la mayoría de los casos serán los operadores de telecomunicaciones quienes configuren la columna vertebral del futuro del 5G de cara al despliegue de la red, primero, y a su consumo por parte de los usuarios, después, es necesario atender a los fabricantes de equipos que les proveen y que, además, juegan un papel importante en el impacto geopolítico del 5G.

En la práctica, a nivel global la batalla la libran fabricantes europeos, como Ericsson o Nokia, y el gigante de las telecomunicaciones chino, Huawei. Es cierto que existen otros proveedores de equipos presentes en el mercado, pero a menor escala; en particular, destacan el surcoreano Samsung y el chino ZTE. Sin embargo, en el contexto mundial, Ericsson, Nokia y Huawei marcan el desarrollo del 5G con sus avances tecnológicos.

El año pasado, el CEO de Vodafone, Nick Read, estimó que Huawei tenía el 28% del mercado de infraestructura móvil de Europa, seguida de cerca por Ericsson, con el 27%, y Nokia algo más alejada con el 23%. A este respecto, a la hora de analizar la cuota de mercado es importante señalar que si un operador

quiere cambiar de proveedor de equipamiento al introducir el 5G, debe utilizar también el equipo 4G de ese nuevo proveedor, por lo que tendrá que reemplazar el desplegado anteriormente.

Un condicionante que afecta a las posiciones de salida que cada compañía mantiene en esta primera fase del desarrollo del 5G. En teoría, cambiar de proveedor debería ser más fácil con una nueva variante «autónoma» de la tecnología 5G, menos dependiente del sistema 4G que las actuales redes «no autónomas».

Otro campo de batalla importante es el de los semiconductores. En este caso, China depende de empresas extranjeras, ya que actualmente solo produce un 16% de chips y semiconductores.

En lo que se refiere a la producción y desarrollo de bandas base, la compañía estadounidense Qualcomm también lidera el camino. Eso sí, aunque tiene una madurez de mercado y tecnológica que muchos de sus competidores aún deben demostrar, comienza a notar la competencia de Huawei y Samsung.

En resumen, la carrera mundial por el dominio del 5G y sus implicaciones económicas, políticas y sociales también se juega de la mano del sector privado a través de las empresas que proporcionan el equipamiento necesario. Una elección importante para cualquier país a la hora de desarrollar una tecnología estratégica y particularmente para Europa, como se analizará más adelante.

4

# EL DESARROLLO DEL 5G EN EUROPA Y SU COMPARATIVA CON OTROS PAÍSES

Europa también juega un papel importante en la competición global por el desarrollo del 5G. El 14 de septiembre de 2016, la Comisión puso en marcha el Plan de Acción 5G para impulsar los esfuerzos de la Unión Europea en pro del despliegue de infraestructuras y servicios 5G en todo el Mercado Único Digital para 2020, fijando una cobertura completa para 2025.

El Observatorio Europeo 5G, entidad que proporciona información sobre todas las novedades del mercado en la UE-27 más Reino Unido, aseguró a finales de marzo de 2020 que era evidente que todos los agentes implicados en este desarrollo estaban muy involucrados en las pruebas de 5G.

## Asignación de espectro

Las bandas clave de 5G identificadas a nivel de la Unión Europea son las de frecuencias de 700 MHz (694-790 MHz), 3,6 GHz (3,4-3,8 GHz) y 26 GHz (24,25-27,5 GHz). A finales de marzo de 2020, la más probada en Europa era, con diferencia, la banda de 3,6 GHz, en la que se habían realizado el 70% de las pruebas<sup>29</sup>, aunque la de 26 GHz está empezando a ganar presencia.

La armonización es algo básico en la Unión Europea para los servicios de comunicación inalámbricos transfronterizos y todos los Estados miembros han

De hecho, en muchos aspectos, la Unión Europea está bien situada, con un programa avanzado de ensayos y pruebas en ciudades, y un consenso sobre la asignación y el reparto del espectro.

Además, alberga a importantes proveedores de equipos, como Nokia y Ericsson, así como a varios diseñadores de circuitos integrados clave como ARM/Softbank. Finalmente, a nivel de estándares, organizaciones como 3GPP, que como se ha señalado con anterioridad cuenta con un gran poder de influencia en la estandarización técnica, también se encuentran en Europa.

A continuación, se analizan algunos de los principales avances hasta la fecha del despliegue de la red 5G en Europa.

reconocido la necesidad de contar con un espectro armonizado significativo para 5G. Mientras que la banda de 700 MHz fue armonizada en 2016, la Comisión Europea adoptó una decisión para armonizar el espectro en las frecuencias de 3,6 GHz en enero de 2019 y la de 26 GHz en mayo de 2019.

La armonización de las bandas clave, la de 3,6 GHz y al menos 1 GHz de la de 26GHz, debe completarse por parte de los Estados miembros para finales de 2020. Según el Observatorio Europeo del 5G a lo largo de 2020 habrán sido asignados en la Unión Europea y

<sup>28</sup> Blackman, C., Forge, S. (2019). *5G Deployment: State of Play in Europe, USA and Asia*.

<sup>29</sup> 5G Observatory Quarterly Report 7. Marzo, 2020.

el Reino Unido el 23,2% del espectro de 700 MHz, el 38,3% del espectro de 3,4-3,8 GHz y el 3,6% del espectro de 26 GHz<sup>30</sup>.

En lo que se refiere a la asignación a los operadores, los últimos datos del Observatorio Europeo del 5G señalan

que la banda de 700 MHz ha sido asignada en siete Estados miembros, el espectro en la banda de 3,4-3,8 GHz ha sido asignado en 12 países (11 Estados miembros y en el Reino Unido) y la banda de 26 GHz ha sido asignada únicamente en Italia. Además, en 26 países estaba programada al menos una subasta a lo largo de 2020.

**GRÁFICO 10**  
**% de espectro asignado en diferentes bandas de frecuencia:**



Fuente: 5G Observatory Quarterly Report 7. Marzo 2020.

## Lanzamiento de servicios comerciales en Europa

Durante el año 2019, varios operadores de telefonía móvil europeos, motivados en parte por la comercialización de los primeros *smartphones* preparados para la tecnología 5G, prepararon la fase del lanzamiento comercial y por ello algunos servicios comerciales ya están disponibles en varias ciudades europeas, mientras otros países esperan poder realizar sus lanzamientos este año 2020<sup>31</sup>.

Europa experimentó un importante crecimiento en el lanzamiento de estos servicios y actualmente 10

países de la Unión Europea (más el Reino Unido) cuentan con servicios comerciales 5G. Además, en algunos países ya existe más de un proveedor de servicios 5G.

Los países que cuentan con servicios comerciales de 5G en Europa son: Austria (3 operadores con servicio comercial), Finlandia (3), Alemania (2), Hungría (1), Irlanda (2), Italia (2), Letonia (1), Rumania (3), España (1) y Reino Unido (4).<sup>32</sup>

**GRÁFICO 11**  
**Países con servicios comerciales lanzados en marzo de 2020 (Europa y Reino Unido)**



Fuente: 5G Observatory Quarterly Report 7. Marzo 2020.

30 *Ibidem*.

31 Ver Anexo A.

32 *Ibidem*.

## Estado de pruebas pre comerciales

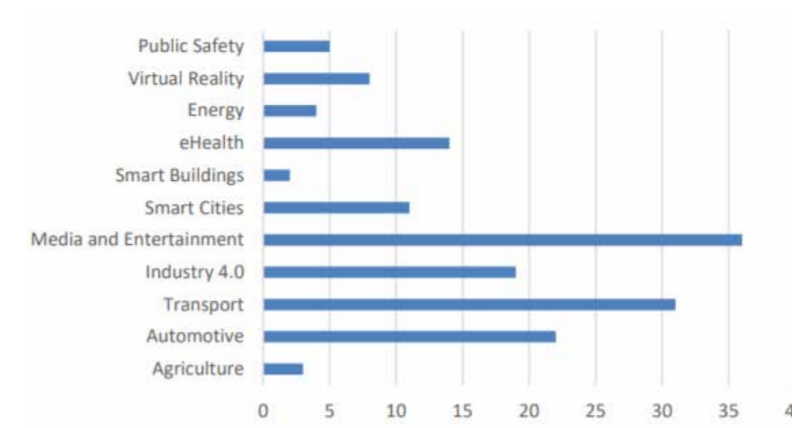
De acuerdo con los últimos datos de marzo de 2020, en los 27 Estados miembros y Reino Unidos se han realizado 191 ensayos de 5G, 233 si se incluye a Rusia, San Marino, Noruega, Turquía y Suiza<sup>33</sup>.

Esto representa un descenso con respecto al año anterior, algo que en parte puede ser explicado porque muchos operadores ya han puesto en marcha sus servicios comerciales o los planean para 2020 y han reducido así el número de pruebas de los servicios.

Sin embargo, el Observatorio Europeo del 5G ha apreciado un aumento en las pruebas de mercados verticales y se está probando la arquitectura autónoma para construir redes 5G independientes de las 4G existentes.

Esas pruebas han sido especialmente numerosas en los sectores del entretenimiento, la automoción y el transporte. Mientras en el primero se han realizado 36 pruebas, el transporte ha contado con 31 y la automoción con 26<sup>34</sup>. En la gráfica inferior se puede observar el número de pruebas realizado por sector.

**GRÁFICO 12**  
**Número de pruebas pre comerciales por sector vertical**



Fuente: IDATE DigiWorld, 2020

Este tipo de empleo del 5G, como se ha analizado en apartados anteriores, supone un verdadero salto tecnológico que habilitaría muchas de las funcionalidades anteriormente explicadas.

Los países que más pruebas están llevando a cabo en estos supuestos de uso son Alemania, España, Francia e Italia. Sin embargo, la mayor parte de estas pruebas

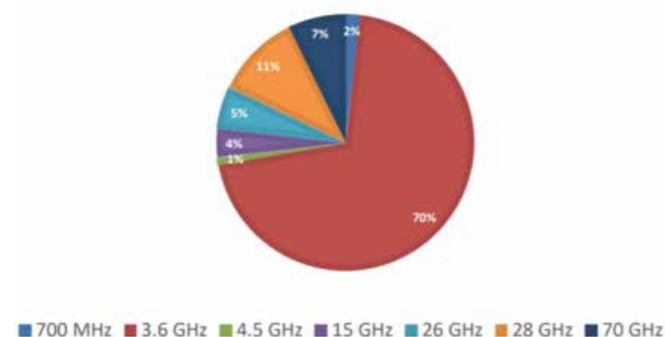
se encuentran en fases preliminares, sobre un 88%, y por ahora tan sólo el 12% de ellas cuenta con un nivel de madurez importante.

Cabe destacar que el 70% de los ensayos se han realizado en bandas medias (3,4GHz -3,8GHz). Por el contrario, las bandas altas se han empleado en menos de las 40 pruebas realizadas.

33 *Ibidem*.

34 *Ibidem*.

### GRÁFICO 13 Pruebas realizadas según banda de frecuencia



Fuente: IDATE DigiWorld, 2020

## Ciudades 5G

El plan de acción de la Comisión Europea de septiembre de 2016 marcaba como objetivo el despliegue comercial del 5G en una ciudad importante de cada Estado miembro para 2020<sup>35</sup>. Actualmente, se estima que hay 147 ciudades habilitadas para la prueba del desarrollo de la tecnología 5G en la Unión Europea y Reino Unido. Algunas de estas ciudades son: Ámsterdam, Barcelona, Bari, Berlín, Bristol, Londres, Madrid o Milán<sup>36</sup>.

Estas ciudades son fundamentales para prestar apoyo a las pruebas que se realizan sobre los usos del 5G en la Unión Europea, ya que proporcionan información real de uso en mercados verticales y para la Administración pública, generando avances hacia el concepto de *smart cities*. Sectores como la energía, transporte, edificios inteligentes o portales de servicios digitales se benefician de estos proyectos.

## Corredores 5G transfronterizos

Dentro de la estrategia vertical europea de 5G, la Movilidad Conectada y Automatizada (Connected and Automated Mobility) se considera un aspecto fundamental para el despliegue de 5G a lo largo de las rutas de transporte europeas, con el fin de crear una red completa de ecosistemas alrededor de los vehículos. Para ello, los corredores digitales

transfronterizos que realizan este tipo de estudios a nivel europeo resultan de vital importancia.

Actualmente, en Europa existen 11 corredores digitales transfronterizos que, entre otras cosas, acogen pruebas en vivo de 5G para la movilidad conectada y automatizada.

### FIGURA 14 Corredores 5G transfronterizos



Fuente: Comisión Europea, 2019.

En 2017, los Estados miembros firmaron una Carta de Intenciones para intensificar la cooperación en el desarrollo de estos corredores transfronterizos y poder realizar ensayos a gran escala. El objetivo a largo plazo es crear ecosistemas completos alrededor de los vehículos que vayan más allá de los servicios de seguridad a los que se dirige actualmente la hoja de ruta.

Además de estas iniciativas, en noviembre de 2018 se pusieron en marcha tres proyectos Horizonte 2020 para la realización de pruebas y ensayos en gran escala de la conectividad 5G para la CAM en corredores transfronterizos, bajo el paraguas de la 5G Infrastructure Public Private Partnership (5G PPP). Estos son:

- **5G-CARMEN:** que abarca 600 kilómetros de carreteras a través de un corredor norte-sur de Bolonia a Múnich a través del paso del Brennero.
- **5G-CROCO:** realizado en las autopistas entre Metz, Merzig y Luxemburgo, cruzando las fronteras de Francia, Alemania y Luxemburgo.
- **5G-MOBIX:** a lo largo de dos corredores transfronterizos entre España y Portugal, un corredor entre Grecia y Turquía, y seis ubicaciones urbanas nacionales en Versalles (Francia), Berlín y Stuttgart (Alemania), Eindhoven-Helmond (Países Bajos) y Espoo (Finlandia).

## ¿Cómo se compara Europa frente al resto del mundo?

A la hora de comparar la implantación, el desarrollo y el potencial del 5G en un país o región con respecto al resto es importante determinar el objetivo que se ha marcado alcanzar con el desarrollo de esa tecnología: ser consumidor, ser productor o ambas opciones<sup>37</sup>. En función de dichos objetivos se definirá como tipos A, B o C.

- **Tipo A: consumidores.** Como su propio nombre indica son regiones o países interesados en el consumo de la tecnología 5G y tratan de conseguir los servicios, a poder ser a un menor coste. Esta estrategia responde bien a la incapacidad de competir como productor o a querer destinar la inversión por completo al desarrollo a través del consumo tecnológico. Su éxito, por lo tanto, dependerá de los servicios que consigan desplegar y de la velocidad con que lo hagan.
- **Tipo B: productores.** En este caso, encontramos países o regiones que compiten por la venta de productos clave para el desarrollo del 5G: equipamiento, software, chips, etcétera. El desarrollo del 5G se daría en ellos como una herramienta de prueba de sus productos en su propio mercado para poder competir en mejores condiciones en el exterior. El éxito dependerá de las ventas de su producción y su penetración en países consumidores y duales.

- **Tipo C: combinación de ambos.** En este caso, se combina el despliegue y consumo de una red 5G importante en la región o país con la capacidad de competir en la producción de equipamiento y materiales necesarios para la tecnología 5G en el mercado exterior.

De acuerdo con estas categorías, Europa se situaría en el modelo C, como una combinación de consumidor y productor.

En primer lugar, porque el desarrollo e implantación del 5G en la región es razonablemente avanzado en el contexto mundial y el consumo comercial del 5G es una realidad, relevante y no secundaria, para los Estados miembros.

A su vez, Europa cuenta con peso en el mercado internacional de equipamiento, gracias a compañías como Nokia o Ericsson, y con poder de decisión sobre los estándares globales de la tecnología a través del grupo 3GPP. Por lo tanto, Europa también se marca como objetivo ser productor e influir en ese aspecto.

De acuerdo con el estudio *5G Deployment: State of Play in Europe, USA and Asia*, el país más avanzado en desarrollo del 5G es Corea del Sur, seguido de China y Singapur.

<sup>35</sup> 5G Observatory Quarterly Report 7. Marzo, 2020.

<sup>36</sup> Listado complete en Anexo B.

<sup>37</sup> Blackman, C., Forge, S. (2019). *5G Deployment: State of Play in Europe, USA and Asia*.

En el gráfico 15 se puede observar en qué punto de desarrollo se encuentran los principales actores en la carrera por el 5G de acuerdo con dicho estudio: despliegue total (*full set*), avanzando (*pacing*) o emergiendo (*emerging*). Además, se diferencia en función de los objetivos entre consumidores, productores o duales.

Europa se situaría en una posición cercana a Japón y Estados Unidos, siendo los tres que combinan producción y consumo junto a China. Además, Europa estaría entrando en una fase de mayor desarrollo de la implementación del 5G, pero aún lejos de Corea del Sur, que cuenta con el mayor desarrollo y avance en el despliegue de la red.

**GRÁFICO 15**  
**Comparativa del Desarrollo del 5G a nivel global de los principales países en la carrera del 5G**



Fuente: Blackman, C. & Forge, S. (2019).

Sin embargo, valorar los países únicamente en función de sus despliegues tecnológicos no arroja toda la información necesaria para poder situar a cada actor en la carrera por el despliegue mundial del 5G. Como se ha analizado anteriormente, son muchos los factores que confluyen y que determinan este desarrollo.

Por ello, se deben tener en cuenta otros factores más allá de los tecnológicos para determinar ese avance, como pueden ser los políticos o regulatorios<sup>38</sup>.

Modelos como el chino, que permite un control absoluto por parte de las autoridades del desarrollo tecnológico, generan menos trabas a la hora de desarrollar infraestructura o establecer planes de desarrollo nacionales y favorecer a sus empresas. No en vano, el ecosistema político y regulatorio de los países influye sobremanera en la facilidad para poder desplegar infraestructuras clave como, por ejemplo, *small cells* o mMIMOs.

Lo mismo ocurre con los mercados internos, que sirven como campo de pruebas de la tecnología para posteriores lanzamientos globales, y además, en caso de ser de grandes dimensiones, otorgan una gran ventaja a la hora de soportar costes, ya que generan ingresos. Huawei, por ejemplo, sustenta gran parte de su liderazgo global en las ventas generadas en su extenso mercado interno.

Finalmente, la capacidad de marketing y lobby por parte de gobiernos, operadores y proveedores es otro de los factores que resultan determinantes, de acuerdo con Blackman y Forge. En este sentido, es importante tener en cuenta que, dada su importancia estratégica, la carrera global del 5G se juega en varios frentes que se encuentran interconectados. En la tabla 3 se analizan los principales países involucrados en el despliegue del 5G en función de los diferentes factores identificados.

**TABLA 3**  
**Factores influyentes en el desempeño global**

	CAPACIDAD TECNOLÓGICA	MERCADO INTERNO	FACILIDAD DE DESPLIEGUE	MARKETING O INFLUENCIA
China	Media	Muy alto	Alta	Baja
EEUU	Media	Medio-bajo	Bajo	Muy alto
Europa	Media	Medio-bajo	Media	Alto
Corea del Sur	Alta	Bajo	Alta	Baja
Japón	Media	Bajo	Media alta	Medio
Taiwán	Media	Muy bajo	Alta	Baja
Singapur	Media	Muy bajo	Alta	Baja

Fuente: elaboración propia a partir de Blackman, C., Forge, S. (2019).

La tabla permite observar cómo la confluencia de los aspectos tecnológicos, políticos y socioeconómicos impulsan o frenan el desarrollo de despliegue del 5G en los diferentes países que se encuentran a la vanguardia.

Por todo ello, se puede determinar que Europa se encuentra bien situada a nivel global, aunque países como China o Corea del Sur cuentan con ventajas comparativas importantes en algunos puntos y

Estados Unidos experimenta algunas dificultades en comparación a sus competidores. Las principales fortalezas de la Unión Europea se hallan en contar con influencia global relevante y grandes productores de equipos basados en sus territorios.

Por tanto, el principal reto al que se debe hacer frente para no perder el paso en la carrera tecnológica consiste en fomentar las políticas públicas adecuadas para conseguir un avance seguro y dinámico en Europa.

<sup>38</sup> *Ibidem*.

5

## ALGUNOS DESAFÍOS ENTORNO AL 5G

El 5G generará grandes beneficios para la sociedad y la economía, a través del desarrollo de nuevos productos y servicios, creando puestos de trabajo y valor económico, ofreciendo mayor posibilidad de elección y accesibilidad para los ciudadanos y, por supuesto, por la gran transformación que conllevará a nivel socioeconómico e industrial.

Sin embargo, todo este potencial no se puede

desarrollar sin un correcto entendimiento de los desafíos que plantea su despliegue. Los gobiernos y las autoridades reguladoras, que a su vez deben trabajar estrechamente con el sector privado, tienen ante sí importantes retos a los que hacer frente para que el 5G alcance su máximo potencial en Europa y puedan posicionar a sus estados a la vanguardia global y mantener una posición competitiva y reforzada ante otros países.

### El desarrollo tecnológico

Sin duda, uno de los retos principales que acompañarán al despliegue de la red 5G en Europa será poder hacer frente a los desafíos tecnológicos que plantea. Si bien la promesa de desarrollo que abarca esta nueva generación de telecomunicaciones es inmensa, los retos tecnológicos que la acompañan también lo son y muchos aún no tienen una solución del todo clara.

A falta de la definición total de los estándares, por lo que se conoce hasta el momento se puede deducir que los nuevos requerimientos supondrán un gran salto tecnológico. Dichos requerimientos regirán el correcto despliegue de la red 5G y sus utilidades. Podemos considerarlos, en cierto modo, los “KPIs por los cuales medir si el despliegue en Europa de la nueva red ha alcanzado los objetivos”<sup>39</sup>.

A esto se suma que aún existen incógnitas importantes entorno al 5G y su infraestructura. Las bandas de frecuencia de diferentes niveles plantean algunos problemas como se ha visto anteriormente.

Los retos en cuanto a penetración, cobertura y la obtención de baja latencia deseada para los servicios más críticos son algunos de los más evidentes, mientras que las soluciones que se manejan tampoco cuentan con una aceptación o consenso suficiente hasta el momento.

Conseguir un despliegue más allá de los espacios urbanos que sea realmente eficiente, se ajuste a las necesidades de los Estados miembros, operadores, sus industrias y los consumidores, y aporte un valor añadido real, son algunas de las cuestiones que dependen de los avances tecnológicos.

Para ello, Europa debe hacer frente a retos como la colaboración público-privada, el apoyo a la investigación o las facilidades a los operadores y empresas de productos e infraestructuras para que el rendimiento del 5G sea máximo y que el despliegue sea rápido.

Además, actualmente los Estados miembros “no pueden desarrollar estas tecnologías por sí mismos

<sup>39</sup> *Ibidem*.

debido a la importante cantidad de tiempo y capital que se necesita para adquirir las capacidades y los conocimientos necesarios<sup>40</sup>. Las inversiones de algunos países competidores sobrepasan las

capacidades europeas y, por tanto, será fundamental fomentar este desarrollo e invertir en él tratar de recortar terreno a otras grandes potencias en la carrera por el 5G.

## Generar un mercado europeo fuerte

En competencia global por el despliegue del 5G se ha analizado la importancia que tienen los mercados internos de los países para generar ingresos y para poder desplegar pruebas efectivas del alcance de esta nueva generación.

Los retrasos y la falta de coordinación territorial pueden generar un retraso colectivo en el desarrollo a nivel europeo, y estas demoras pueden resultar determinantes a nivel global a la vista de los avances de otros competidores.

La Unión Europea, que cuenta con un mercado medio en comparación a otros competidores, debe fomentar esa unión entre los Estados miembros para generar un mercado interno lo más amplio posible, pues de lo contrario países como China o Estados Unidos contarán con una ventaja directa en el desarrollo.

El rápido despliegue del 5G en un mercado interno consolidado es, por tanto, un gran desafío que impactará en la competitividad de nuestras industrias, infraestructuras y territorios. Una mala gestión de este reto puede tener una repercusión muy negativa en este proceso, así como implicaciones en el largo plazo.

## Coordinación y armonización

Actualmente, el despliegue de la red 5G en Europa requiere aún una mayor armonización. Por ejemplo, la diferencia temporal y las demoras en la elaboración de planes de acción de los Estados miembros y la ejecución de estos planes puede acarrear serias implicaciones para el papel que Europa puede jugar en la carrera por el 5G.

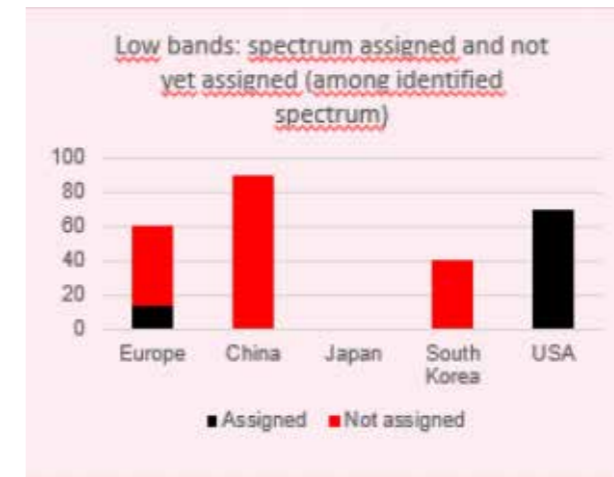
En los gráficos 16, 17 y 18 puede observarse que Europa ha asignado un menor porcentaje de espectro en prácticamente todas las bandas de frecuencia identificadas para el despliegue del 5G en comparación con sus competidores.

Un ejemplo claro lo encontramos en las asignaciones de espectro, que difieren en ocasiones de Estado a Estado pese a que éste esté armonizado, principalmente en cuándo se realizan las asignaciones y las subastas, lo que genera más retrasos aún en el desarrollo del 5G en Europa y la conectividad en el mercado.

Corea del Sur, por ejemplo, ha completado ya las asignaciones de espectro de las bandas altas y medias, mientras que Estados Unidos lo ha hecho en las de baja frecuencia. Japón cuenta también con un alto porcentaje de espectro asignado, mientras que Europa se sitúa por detrás, cerca de China, aunque con un mercado interno mucho menor.

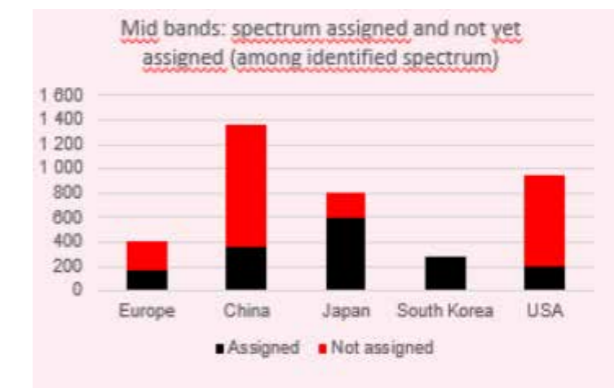
40 Mariani, L & Bertolini, M. (2019). *The US-China 5G Contest: Options for Europe*.

**GRÁFICO 16**  
**% de espectro asignado de las bandas de frecuencia baja**



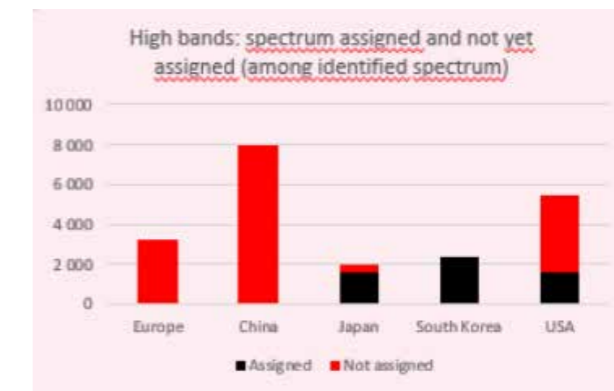
Fuente: 5G Observatory Quarterly Report 7. Marzo 2020.

**GRÁFICO 17**  
**% de espectro asignado de las bandas de frecuencia media**



Fuente: 5G Observatory Quarterly Report 7. Marzo, 2020.

**GRÁFICO 18**  
**% de espectro asignado de las bandas de alta frecuencia**



Fuente: 5G Observatory Quarterly Report 7. Marzo, 2020.

Acelerar este proceso es importante para que Europa mantenga un estatus relevante a nivel internacional y

por ello se requiere mayor disposición y coordinación entre los Estados miembros.

Por lo tanto, a nivel europeo, se debe tratar de incrementar los ensayos pre comerciales en ciudades europeas y las candidatas a *smart cities*, fomentar el despliegue de corredores transfronterizos digitales, acelerar y armonizar las asignaciones de espectro, y

## Mayor conocimiento de las posibilidades del mercado

Más allá de los retos tecnológicos, como ya se ha mencionado, el Europa adolece de una falta de investigación y conocimiento real del impacto económico esperado a partir de la demanda que habrá de estos servicios en el mercado europeo y, por tanto, de los beneficios que pueden derivar del desarrollo de esta tecnología.

La demanda del 5G ha sido poco examinada hasta el momento, salvo en países con mercados reducidos y altas tasas de penetración y despliegue. Pese a que la mayoría de los estudios realizados son positivos y auguran un incremento del tráfico de datos que dirigirá la demanda del 5G, esas conclusiones arrojan cierta incertidumbre alrededor de los modelos de negocio.

La viabilidad de la nueva red dependerá en gran medida del éxito de los modelos de negocio que la rodeen y “lo cierto es que la mayoría de ellos aún no están ni en el mercado, por lo que medir su aceptación es complejo”<sup>41</sup>.

Si bien las perspectivas de los avances han despertado entusiasmo, está por ver que esto se

## Financiar el 5G

El coste del despliegue de la nueva red es elevado y los proveedores de equipos e infraestructuras son, sin duda, una de las partes más interesadas en el desarrollo de esta nueva generación de telecomunicaciones. Pero otros agentes de la cadena de suministros, como fabricantes de semiconductores, software y otras herramientas necesarias para los operadores, también tiene interés por este desarrollo.

Los operadores son conscientes del elevado coste que tiene este nuevo despliegue, pero las incertidumbres

agilizar los planes de acción de los Estados miembros. A nivel de coordinación europeo, estas son algunas de las principales herramientas que favorecerán el despliegue del 5G en Europa.

traduzca en una demanda a gran escala. Un desafío importante es que el despliegue del 5G vaya acompasado de estas tendencias para no generar desequilibrios perjudiciales a largo plazo.

Además, se debe estudiar en mayor detalle el potencial de transformación que puede tener el 5G dentro de las muchas industrias a las que pretende proporcionar soluciones disruptivas. De modo similar a cómo Singapur ha elaborado unas líneas estratégicas para industrias clave, las autoridades europeas pueden aprovechar el mismo enfoque para conocer en mayor detalle el potencial del 5G y su impacto económico. En lugar de realizar una estrategia de lanzamiento y espera a que el mercado se adapte, el enfoque debe ser acompasado y coordinado.

Por todo esto, la inversión económica en el 5G, que es fundamental, debe ir acompañada de un análisis de los posibles nuevos modelos de negocios y de su viabilidad económica. La inclusión en el análisis de políticas públicas de esta variable supone un desafío que debe ser tenido en cuenta para el correcto despliegue del 5G y del que obtendrán beneficios tanto el sector público como el privado.

sobre su capitalización en el mercado generan dudas a la hora de plantear si las inversiones se efectuarán con pautas similares a las de anteriores desarrollos. Además, desde el punto de vista coyuntural, la situación socioeconómica generada por la pandemia del coronavirus puede tener un impacto directo en esta variable de la financiación.

Esta combinación de factores e incertidumbres puede acarrear una demora en el despliegue de nuevas infraestructuras, ya que muchos operadores

tratarán de confiar en las existentes o, en la medida de lo posible, hacerlas converger cuando se actualicen para abaratar costes. Además, plantear un cambio de proveedor también podría resultar más costoso y generaría más interrupciones en el mercado.

Por ello, la Unión Europea y los Estados miembros

## El impacto de la crisis del coronavirus

El nuevo escenario global que ha causado la pandemia del COVID-19 también impactará en el desarrollo del 5G en Europa. La paralización de las industrias, la crisis económica y los recursos que se puedan asignar para hacerle frente a nivel comunitario y estatal tendrán —de hecho ya están teniendo— efecto directo en los planes de desarrollo y despliegue del 5G.

En este sentido, la implacable expansión de COVID-19 por toda Europa ya ha obligado a varios reguladores a posponer subastas de espectro que permitirían a los operadores lanzar o ampliar las redes de 5G.

Por ejemplo, España, al igual que otros países, se ha visto obligada a posponer la liberación de la banda de 700MHz. Esto también plantea la cuestión de cómo la Comisión Europea pretende tratar las asignaciones de frecuencias de 700MHz que no cumplan los plazos establecidos para este año. Por otro lado, desde el punto de vista de los proveedores, Huawei también ha reconocido que ante la nueva situación habrá retrasos en el despliegue.

Se da la paradoja de que, aunque precisamente muchas de las herramientas que puede proporcionar el 5G en materia de seguridad, salud e intercambio de datos e información serán cruciales en un futuro para hacer frente a crisis como la pandemia del coronavirus, la situación actual presenta una amenaza

deben tener claro la importancia de la financiación para el proyecto 5G y conocer también las limitaciones propias de los operadores, así como los intereses de proveedores de equipos. Las inversiones actuales realizadas a nivel institucional son sin duda importantes, pero se quedan cortas para competir con otras potencias tecnológicas.

para el propio desarrollo a corto plazo. Sin embargo, también pone a la sociedad frente a la importancia del 5G como una herramienta que ayudará a combatir más eficazmente esta y otras potenciales crisis similares.

La estandarización de las normas es otro ejemplo del efecto negativo de la pandemia, ya que el organismo de estándares del 3GPP ha detenido su actividad durante al menos dos meses, lo cual es fundamental para conocer los últimos requisitos que quedan pendientes de definir.

Finalmente, la recesión económica derivada de la pandemia también puede impactar severamente en la financiación del proyecto de despliegue a nivel comunitario y de cada Estado miembro, así como en potenciales clientes en el mercado, que podría verse reducido en el corto plazo.

En suma, se trata de un desafío incierto por el momento, ya que es difícil cuantificar aún qué efectos puede tener realmente esta crisis en el desarrollo del 5G, pero que empieza a dejar huella en los planes que manejaba Europa. Por tanto, otro desafío importante en el corto plazo a nivel europeo y global será conseguir minimizar el impacto de la crisis derivada de la pandemia para que no se dilate en exceso el periodo de despliegue ni merme su efectividad.

<sup>41</sup> Blackman, C., Forge, S. (2019). 5G Deployment: State of Play in Europe, USA and Asia.

## LA SEGURIDAD Y DEPENDENCIA TECNOLÓGICA

Dadas sus importantes implicaciones tecnológicas y económicas, la seguridad de las redes 5G es un reto crucial para permitir el desarrollo efectivo de las oportunidades que traerá consigo esta nueva generación de comunicaciones móviles. Del mismo modo, supone un importante desafío para proteger las economías y sociedades europeas, así como la autonomía estratégica de la Unión Europea frente a amenazas externas.

Así lo explica el informe sobre la evaluación coordinada de riesgos de la Unión Europea sobre la ciberseguridad de las redes de quinta generación publicado en 2019. Dicho informe forma parte a su vez de la Recomendación de la Comisión Europea

adoptada en marzo de 2019 para garantizar un alto nivel de ciberseguridad de las redes 5G en todo el mercado europeo.

En el documento se explica cómo las redes 5G influirán sin duda en miles de millones de sistemas, entre los que se contarán sistemas fundamentales para los Estados miembros. Por tanto, es esencial garantizar la seguridad y resistencia de las redes 5G y evidente que el despliegue del 5G traerá consigo nuevos retos de seguridad, motivados principalmente por “las propias innovaciones de la red y por el papel que puedan jugar los proveedores y la dependencia que se derive de estos”<sup>42</sup>.

### Principales retos en materia de seguridad

En cuanto a los escenarios en los que se pueden desarrollar estas amenazas, el estudio identifica tres elementos principales a los que pueden afectar: la disponibilidad, la confidencialidad y la integridad de la red.

A su vez, estas potenciales amenazas se plantean en cuatro posibles escenarios de especial impacto para los Estados miembros<sup>43</sup>:

- Interrupción de la red 5G local o mundial (Disponibilidad).
- Espionaje del tráfico/datos en la infraestructura de la red 5G (Confidencialidad).

- Modificación o desvío del tráfico/datos en la infraestructura de la red 5G (Integridad y/o Confidencialidad).
- Destrucción o alteración de otras infraestructuras digitales o sistemas de información a través de las redes 5G (Integridad y/o Disponibilidad).

Las múltiples posibilidades que ofrece el 5G hacen que estas amenazas puedan tener un alcance mayor que en anteriores generaciones. El alcance dependerá de la capacidad que tenga el atacante, de los usuarios, de las infraestructuras afectadas o de las informaciones y servicios que se vean comprometidos, entre otros factores.

<sup>42</sup> NIS Cooperation Group (2019). *EU coordinated risk assessment of the cybersecurity of 5G networks*.

<sup>43</sup> *Ibidem*.

El informe destaca que el mayor riesgo se concentra en los ataques provenientes de terceros países o ataques realizados por agentes que estén respaldados por terceros estados. El mayor nivel de amenaza se explica porque “en estos casos la combinación de motivación, intención y capacidad de alto nivel permite a los Estados perpetrar ataques que pueden ser muy complejos y tener repercusiones importantes”<sup>44</sup>.

Algunos de los análisis de los Estados miembros han determinado que ciertos países no pertenecientes a la Unión Europea representan una particular amenaza para sus intereses nacionales. Lo mismo ocurre con proveedores que, en determinadas circunstancias, “podrían ser utilizados por los estados atacantes para obtener acceso a infraestructuras críticas de los países atacados”<sup>45</sup>.

Ante esta situación, se pueden aislar cuatro ámbitos de especial preocupación en materia de seguridad sobre el 5G en la Unión Europea:

- **Una mayor exposición a las amenazas:** las nuevas redes generarán más puntos de entrada para los ataques y estarán más conectadas entre sí, elevando el riesgo de ciberamenazas para los estados. Además, podría facilitar el riesgo de la introducción de las llamadas “puertas traseras” en los sistemas y productos.
- **Más dependencia de los proveedores:** al generarse una mayor dependencia de los proveedores en el despliegue del 5G, se crea también una mayor

vulnerabilidad en materia de seguridad y aumenta la potencial gravedad de un posible ataque. Además, las amenazas provenientes de terceros estados son uno de los factores que mayor preocupación generan y esta dependencia supone una potencial vía de entrada. En este punto, tal y como recoge la evaluación de riesgos realizada por los Estados miembros, es fundamental realizar un perfil de riesgo de los posibles proveedores antes de su elección.

- **Una red más delicada:** los requerimientos tecnológicos que plantea el 5G hacen que su arquitectura sea más compleja y delicada, como se ha analizado con anterioridad. Esta mayor complejidad puede generar graves problemas de seguridad y funcionamiento en caso de ataque a una estructura crítica que forme parte de la red.
- **Un eje central de los países:** las redes 5G se convertirán, tarde o temprano, en la espina dorsal de muchas industrias y sistemas clave a nivel nacional de todos los países de Europa, siendo un pilar fundamental de la llamada cuarta Revolución Industrial. Además de las amenazas a la integridad y confidencialidad de la red, los ataques a una infraestructura estratégica de un país pueden generar severas interrupciones de seguridad nacional para cualquier Estado miembro.

Este análisis muestra que el desarrollo del 5G crea un nuevo paradigma de seguridad al que Europa debe dar respuesta con medidas políticas, jurídicas y administrativas que alivien el nivel de amenaza.

## La seguridad tecnológica de los proveedores: el caso de China

Como se ha explicado con anterioridad, en muchos países occidentales hay una preocupación creciente ante la posibilidad de que la tecnología producida por las empresas chinas sea utilizada por las autoridades del país asiático para espiar a los usuarios y obtener información de terceros países en los que operan.

De acuerdo con el Centro de Excelencia de Ciberdefensa Cooperativa de la OTAN, China tiene una

“notoria reputación de persistente espionaje industrial y, en particular, por la cercana colaboración entre el Gobierno y la industria china”<sup>46</sup>.

A ello se suma la oposición en los modelos de estado que enfrenta la primacía de las libertades y los derechos individuales de Occidente frente al autoritarismo chino. En el caso de la Unión Europea o Estados Unidos, la solidez de sus democracias y sus

estados de derecho choca con el férreo control que ejerce el Partido Comunista Chino en su país, donde los intereses privados están supeditados a los del Estado y las industrias sometidas a la voluntad del liderazgo político imperante.

Hasta la fecha, no existen pruebas públicas de vulnerabilidades o malas prácticas tecnológicas de gravedad en equipos específicos de proveedores chinos como Huawei o ZTE. Sin embargo, es imposible descartar posibles fallos tecnológicos, voluntarios o involuntarios, que puedan ser explotados en el futuro.

La sospecha sobre los desarrollos chinos continúa siendo un motivo de preocupación grave en muchos países porque la adquisición de la tecnología de un determinado proveedor crea, además, un mayor grado de “dependencia y un compromiso a largo plazo de relación con este proveedor”<sup>47</sup>. De materializarse estos temores, las consecuencias a largo plazo para las redes 5G Europas sería muy importantes.

A esto se suma que Huawei lleva cerca 20 años desplegada en Europa, donde cuenta con más de 12.000 empleados, tiene un gran número de contratos adjudicados y colabora con más de un centenar de universidades apoyando proyectos de investigación y desarrollo. De hecho, la compañía china es uno de los tres principales solicitantes de patentes en Europa y

casi todos los estados miembros tienen ya al menos un operador que despliega equipos de Huawei o ZTE.

Aunque Europa comparte con Estados Unidos su preocupación por las amenazas a la seguridad nacional que pueden suponer las empresas chinas, “las guerras comerciales con China no pueden ser una opción para la Unión Europea”<sup>48</sup>. Lo contrario tendría un efecto nocivo en la capacidad de despliegue del 5G en el territorio, que a largo plazo podría ser contraproducente y conllevar un coste inasumible para muchos de los Estados miembros.

En este contexto es importante que se profundice en conocer los riesgos que se esconden tras el desarrollo tecnológico del 5G y el papel que pueden tener los proveedores en dicha potencial amenaza. Europa debe continuar siendo exigente a la hora de evaluar adecuadamente los riesgos en una sociedad y una industria cada vez más conectadas.

En la elección de proveedores, la importancia del Estado de Derecho y las garantías de libertades deben ser un elemento principal a tener en cuenta de cara a cualquier desarrollo en materia de 5G. Al habilitar una infraestructura que será dependiente de proveedores que podrían llegar a suponer riesgos para la seguridad europea, es necesario no dar pasos en falso y asegurar al máximo las garantías a largo plazo.

## La cuestión de la dependencia tecnológica

Tras el problema de la seguridad de las infraestructuras subyace el hecho de que Europa, y en gran medida el mundo occidental, depende cada vez más tecnológicamente de China, que ha dejado de ser la «fábrica del mundo» y se está convirtiendo cada vez más en un competidor económico importante y, al mismo tiempo, un rival sistémico con una posición dominante y avanzada en la carrera del 5G.

Las democracias libres y modernas dependen cada vez más de la infraestructura y la tecnología digitales para el funcionamiento de sus sociedades y el mantenimiento de su modo de vida. De ahí la importancia de “considerar los riesgos derivados

de la vinculación de esas dependencias con la tecnología potencialmente controlada por Estados no democráticos”<sup>49</sup>. El enfoque, por tanto, ha de ir más allá de lo tecnológico y partir de lo estratégico.

La propia Unión Europea destaca en su informe sobre la evaluación coordinada de riesgos que la falta de diversidad de proveedores y la dependencia tecnológica incrementa el número de amenazas potenciales a las que se exponen los Estados miembros y generan una mayor vulnerabilidad de las redes 5G europeas. Al tiempo, señala que podría suponer un serio riesgo en caso de caída del servicio, lo que “agravaría la posible explotación de sus

44 *Ibidem*.

45 *Ibidem*.

46 Kaska, K. Beckvard, H. and Minárik, T. (2019) *Huawei, 5G and China as a Security Threat*. Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence (CCDCOE), Tallin, Estonia.

47 *Ibidem*.

48 Mariani, L & Bertolini, M. (2019). *The US–China 5G Contest: Options for Europe*.

49 Kaska, K. Beckvard, H. and Minárik, T. (2019) *Huawei, 5G and China as a Security Threat*. Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence (CCDCOE), Tallin, Estonia.

vulnerabilidades por parte de agentes o estados que amenazan la seguridad de la red de un país<sup>50</sup>.

Si bien hay áreas del mercado en las que China aún es un país dependiente, como en el caso analizado anteriormente de los semiconductores, su relevancia global está fuera de toda duda. Esto, añadido a las preocupaciones entorno a la seguridad de sus equipos, convierte a la cuestión de la dependencia tecnológica en un verdadero desafío que se debe manejar con sumo cuidado en el despliegue del 5G en Europa.

La estrategia de Estados Unidos ha generado que los esfuerzos de China por lograr esa independencia tecnológica cobren fuerza. Mientras, Europa se mantiene en una situación en la que depende de ambos países, a la par que cuenta con proveedores propios.

## Entre lo económico y lo tecnológico

Es evidente que el problema de la seguridad y la dependencia tecnológica se encuentra en el núcleo del desarrollo del 5G en Europa. Al tratarse de un sector estratégico, que generará beneficios económicos y una ventaja comparativa para los países que antes lo implementen, nadie quiere quedarse atrás. Pero, al mismo tiempo, ningún Estado está dispuesto a poner en riesgo una infraestructura tan vital para su futuro desarrollo.

Occidente no debe estar dispuesto a sufrir, ni debe permitirlo, un estancamiento tecnológico. En este sentido y teniendo en cuenta los beneficios socioeconómicos que se espera deriven del 5G, “los estados probablemente mantendrán enfoques pragmáticos y tratarán de mantener el equilibrio<sup>51</sup>”. En este sentido, la posición relevante de Huawei y China en el escenario global hacen que Europa no pueda contemplar la posibilidad de dejarlos fuera de la ecuación.

Por tanto, algunos de los enfoques regulatorios que se pueden adoptar para reducir el dilema al que se

Un veto total a los proveedores chinos de 5G retrasaría significativamente el despliegue de esta tecnología en Europa y daría a las industrias chinas una ventaja aún mayor en el desarrollo de servicios, aplicaciones y nuevos modelos de negocio para dominar plenamente la futura infraestructura del 5G. A largo plazo, podría derivar en una dependencia aún mayor y por tanto, lejos de solucionar el problema, lo agravaría.

En lugar de un veto directo, la mejor respuesta posible al desafío de la dependencia pasaría por fortalecer la industria e infraestructuras europeas para reducir la dependencia. Además, Europa debe continuar mejorando la coordinación con aliados internacionales con los que comparta valores y cuenten con los compromisos de seguridad necesarios en el despliegue de la red 5G.

enfrentan las potencias occidentales en el despliegue del 5G van dirigidos a reforzar las directrices de control y transparencia para proteger la seguridad de las funciones gubernamentales y comerciales fundamentales o a fortalecer los procesos de evaluación y gestión de riesgos.

Sin embargo, para que este tipo de medidas cuente con niveles de confianza altos, “los países que los implementen deben contar con amplios recursos y muchos conocimientos técnicos<sup>52</sup>”. Esto implica que quizá solo podrían permitirse establecer sistemas verdaderamente seguros aquellos países que cuenten con los recursos necesarios, mientras que otras partes del mundo, como África o Latinoamérica, en donde China continúa con su expansión tecnológica, estarían mucho más expuestas.

A fin de cuentas, el 5G es otro ejemplo de cómo China utiliza su poder y estrategia nacional para lograr tener un mayor impacto en cuestiones globales, algo que no es exclusivo del ámbito digital, ya que en

otros campos Pekín ha desarrollado estrategias de injerencia similares con anterioridad.

Sin embargo, ante un desarrollo tecnológico tan importante y disruptivo como el que plantea el 5G, con implicaciones de largo alcance que afectarán al equilibrio del poder global, Europa debe medir con detalle su estrategia respecto a los desafíos que plantean la seguridad y la dependencia tecnológica.

La cuestión de acoger, rechazar o poner restricciones a proveedores chinos no es por tanto simplemente una decisión técnica. Requiere la voluntad política de salir de la zona de confort y abordar aspectos complejos relativos a la tecnología, la economía y la

seguridad de la red 5G.

Recomendaciones para un despliegue efectivo del 5G

A la vista de la importancia del 5G y debido a los complejos desafíos que plantea, es necesario que las políticas públicas a nivel comunitario, estatal, regional y local planteen soluciones efectivas a estos retos y que faciliten los avances necesarios para lograr un despliegue rápido y efectivo del 5G.

A continuación, se desglosan algunos campos a los que se debe prestar especial atención por parte de los agentes involucrados en el despliegue del 5G:

## Invertir en I+D y financiar el proyecto 5G

El apoyo a la Investigación y Desarrollo debe ser un pilar importante desde el punto de vista de las políticas públicas. No sólo porque Europa precisa de recursos para no quedarse atrás en la carrera tecnológica global, sino porque además permitirá reconocer y hacer frente a otros retos como los desafíos derivados de la seguridad y de la dependencia tecnológica europea.

En cierto modo, esta situación supone una oportunidad para fortalecer a las empresas tecnológicas europeas. Invertir en ellas y apoyar sus investigaciones ayudará a posicionar a Europa a la vanguardia de los avances tecnológicos que son necesarios para el despliegue del 5G en el mundo, reduciendo al tiempo la dependencia tecnológica y paliando problemas de seguridad inherentes al 5G.

## Continuar ampliando y asignando el espectro

Los operadores no pueden ofrecer la conectividad que los consumidores necesitan y esperan del 5G sin acceso a un espectro radioeléctrico suficiente en las frecuencias adecuadas. Por tanto, como se ha analizado anteriormente, es fundamental facilitar la liberación de espectro en los Estados miembros, armonizarlo y asignarlo, y se deben dar más pasos en esa dirección.

Para que el 5G llegue a la mayor cantidad de personas posibles y con la mejor cobertura se necesita seguir asignando bandas en diferentes frecuencias. Por tanto, debe ser una prioridad de las entidades regulatorias establecer un ecosistema que favorezca el despliegue del 5G de una forma eficiente a través de las facilidades que otorguen a los operadores.

A su vez, los diferentes Estados miembros deben fijar los precios de las subastas a niveles competitivos para los operadores que les permitan así desarrollar sus modelos de negocio sin hacer frente a unos costes demasiado elevados. Por otro lado, la asignación de bandas críticas para el 5G debe también contemplar a los sectores verticales en los que el potencial transformador de la nueva red puede ser explotado.

Por tanto los reguladores deben contemplar el establecimiento de una asignación estratégica del espectro, alineada con las visiones de operadores, proveedores, industrias y los intereses de los Estados miembros para que la asignación del espectro y su explotación sea eficiente y alcance los objetivos deseados en el despliegue de la nueva tecnología.

50 NIS Cooperation Group (2019). *EU coordinated risk assessment of the cybersecurity of 5G networks*

51 Kaska, K. Beckvard, H. and Minárik, T. (2019) *Huawei, 5G and China as a Security Threat*. Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence (CCDCOE), Tallin, Estonia.

52 *Ibidem*.

## Capitalizar la oportunidad del 5G

El 5G impulsará el crecimiento económico en el futuro a nivel global y generará importantes beneficios para nuestra sociedad y sistemas productivos. Al ofrecer más oportunidades que otras generaciones anteriores de telecomunicaciones, los reguladores deben ser conscientes de que deben aplicar políticas que faciliten su capitalización. Esto es necesario no solo de cara a los incentivos que produzcan para el sector privado, sino para los propios intereses de los Estados miembros y de la Unión Europea en su conjunto.

Aunque ya se han realizado los primeros lanzamientos comerciales, los gobiernos y los organismos reguladores deben aplicar políticas que fomenten la aplicación de las nuevas tecnologías avanzadas en

todos los sectores económicos de los países para impulsar verdaderamente el uso comercial del 5G.

Por ello, lograr un mayor entendimiento de los modelos de negocio y de la demanda del mercado, así como situar el 5G en el núcleo de la transformación de las empresas de cada país son cuestiones de vital importancia para que tanto las empresas como los estados y la sociedad en su conjunto puedan capitalizar los avances de esta tecnología. De esta forma se puede lograr que el desarrollo tecnológico y de infraestructuras vaya acompasado con el desarrollo empresarial y económico, aprovechando las capacidades del 5G de la mejor manera en cada fase de despliegue.

## Facilitar los despliegues de infraestructura

Como se ha analizado al comienzo, el 5G se apoya en una infraestructura más costosa que requiere de nuevos despliegues: mayor número de *small cells*, antenas inteligentes, etcétera. Esta infraestructura es vital para que la nueva generación se implemente correctamente y las regulaciones a este respecto pueden resultar un estímulo o una traba para su desarrollo si no se toman las decisiones adecuadas.

En los núcleos urbanos, las redes móviles requerirán de mayor infraestructura para su funcionamiento y se producirá una mayor densificación en las ciudades. Asimismo, el emplazamiento de nuevas antenas y su actualización o transformación también incrementarán los costes del proceso y las posibles trabas regulatorias.

Estos requerimientos pueden terminar acumulando retrasos en el despliegue y frenar el lanzamiento de nuevos servicios por parte de los operadores. Al tiempo, la baja densidad de población del ámbito rural también puede provocar que el despliegue de la red

sea más caro y complejo.

Si el objetivo de las entidades regulatorias es lograr un despliegue amplio, de calidad y comercialmente sostenible, las medidas que adopten los gobiernos en todos sus niveles –comunitario, nacional, regional y municipal– para facilitar las infraestructuras necesarias impactarán de forma directa en la posibilidad de realizar un despliegue ágil y competitivo. Un aspecto crucial y que aún deben ser mejorado con planes más flexibles que otorguen garantías y ventajas a los operadores.

Por ello, las autoridades deben detallar la planificación del despliegue de estas infraestructuras críticas, como por ejemplo las estaciones base o las células pequeñas en el mobiliario urbano. Del mismo modo, para agilizar y fomentar las inversiones de los proveedores en las infraestructuras locales es importante simplificar al máximo los procesos de aprobación de las instalaciones para no retrasarlos.

## Seguridad y confianza de los consumidores

La pérdida de cierta confianza en los servicios digitales por parte de los usuarios fue una de

las principales preocupaciones en 2019. Ese año se registraron “niveles récord de violaciones de

datos y campañas de desinformación”<sup>53</sup>, así como revelaciones sobre la monetización de la información personal de los consumidores por parte de empresas de internet.

Los reguladores deben implementar leyes de privacidad de datos que protejan a los consumidores eficazmente. Los gobiernos están aplicando nuevas normas o revisadas para garantizar la protección de sus ciudadanos, pero aún se requiere un mayor desarrollo de esta legislación para proteger las libertades de todos los usuarios y generar mayor confianza.

## Reducir la dependencia tecnológica

Como se ha recalcado, Europa se enfrenta al desafío de una dependencia tecnológica elevada con respecto a países que además pueden suponer una potencial amenaza de seguridad. Por ello, una línea de actuación importante debe de ir dirigida a conseguir reducir dicha dependencia a través del apoyo a la tecnología propia mejorando su competitividad global.

La guerra comercial que mantienen Estados Unidos y China por el dominio del 5G debe de ser una oportunidad para que las autoridades regulatorias reposicionen a las industrias estratégicas europeas e incrementen su peso a nivel internacional. Lograrlo permitiría disminuir también la posibilidad de que Europa se vea estancada en su desarrollo y otros

Por otro lado, los gobiernos deben tratar, en la medida de lo posible, de no erosionar o perjudicar gravemente un ecosistema de libertad para los operadores móviles. Los operadores de todos los países se enfrentan a obligaciones y limitaciones que frenan la inversión en redes móviles. Cuando el marco regulatorio al que se enfrentan es menos costoso y más flexible, el rendimiento y el alcance del servicio móvil puede aumentar, y hacer crecer el ritmo de la innovación, fortaleciendo la propia confianza de los usuarios en el ecosistema digital.

riesgos asociados a la dependencia de terceros países.

La reducción de la dependencia tecnológica favorecerá a su vez la seguridad de la nueva generación de redes móviles en Europa, mejorará las prestaciones de los productores europeos y, en última instancia, contribuirá a situar a Europa en una posición de mayor relevancia y credibilidad internacional como centro de innovación, desarrollo y despliegue del 5G.

Por todo ello, las autoridades regulatorias deben considerar una vez más en sus políticas públicas al 5G como una cuestión estratégica. Por eso se requiere un fuerte compromiso político para asegurar el desarrollo de un ecosistema innovador y dinámico capaz de competir en la carrera internacional del 5G.

## Reforzar la ciberseguridad

Pese a que las empresas chinas han sido el foco de preocupación principal en materia de seguridad para el 5G, son muchas las amenazas y los potenciales atacantes que pueden poner en jaque la seguridad del sistema. Europa debe continuar elaborando mecanismos de seguridad fiables que garanticen el mayor nivel de protección posible.

Los cambios y posibilidades que ofrece el 5G, con una sociedad mucho más conectada que nunca, elevan la importancia del análisis de riesgos actuales y futuros. Junto con ello, se debe continuar desarrollando las

herramientas necesarias para poder hacer frentes a dichas amenazas de forma proactiva.

En este sentido, la colaboración a nivel global es importante para compartir respuestas a las preocupaciones que surgen sobre la seguridad del 5G. En este contexto, Europa debe reforzar sus alianzas a nivel internacional con otros actores comprometidos con las libertades y la seguridad, teniendo en cuenta la solidez de las democracias y los Estados de Derecho como pilares fundamentales en su toma de decisiones.

<sup>53</sup> GSMA (2020) *The Mobile Economy 2020*.

## La relación con China: la precaución y el pragmatismo

Frente al dilema de la evolución tecnológica, sus repercusiones económicas y las cuestiones de seguridad, Europa debe moverse en un plano pragmático en el que no sacrifique ninguna de las partes. Si bien China no puede quedarse fuera del despliegue del 5G debido a su potencia y desarrollo en el sector, se debe ser especialmente riguroso en los requerimientos a los proveedores, teniendo especial consciencia de los riesgos que puede suponer su entrada en los mercados europeos.

En lo que se refiere al caso concreto de Huawei, la posibilidad de un veto completo a su tecnología podría ser contraproducente para los países europeos y conllevar el consiguiente retraso en el despliegue del 5G en Europa. Parece inevitable que Huawei jugará un papel importante en el despliegue europeo del 5G, pero dicho papel viene acompañado de los riesgos y amenazas de espionaje y compromiso de la red que envuelven al proveedor asiático.

Ante esta situación, las autoridades regulatorias deben tener como prioridad continuar reforzando las medidas de seguridad y los requerimientos a los proveedores, especialmente a aquellos susceptibles de presentar menores niveles de confianza. Esto implica que se debe examinar rigurosamente su entrada en el mercado europeo y controlarla o limitarla si fuera preciso; en especial en el campo de

las infraestructuras críticas. Una estrategia que, por ejemplo, el Reino Unido trata de implementar con especial cuidado, en busca de ese equilibrio necesario que permita contrarrestar las posibles amenazas de sus infraestructuras más delicadas.

Finalmente, es importante que Europa tome un enfoque conjunto sobre la cuestión de China y los riesgos que plantea su participación en el despliegue de la red 5G europea. Actualmente, la valoración se deja en manos de los Estados miembros; sin embargo, se requiere más coordinación ya que el 5G está llamado a generar mayor conectividad en el mercado digital europeo. Que todos los países coordinen sus respuestas y cuenten con una posición común y estricta respecto a estos riesgos reforzará el papel de Europa en la escena internacional y contribuirá a establecer una red 5G más segura.

Europa no debe mirar únicamente al 5G como una cuestión económica o tecnológica, se requiere un enfoque holístico que considere todos los factores que afectan al desarrollo del 5G y las implicaciones geopolíticas que este tiene desde un punto de vista geoestratégico. Europa debe ser por tanto garante de protección y seguridad del mundo occidental ante estos desafíos, a la par que competidor para posicionarse como líder en el despliegue del 5G.

## Continuar mejorando la coordinación entre los países

Para que estas líneas de actuación sean exitosas y se puedan aprovechar los mercados nacionales, es necesario encontrar una respuesta europea coordinada a los desafíos del 5G, que, a su vez, asegure un alto nivel de exigencia en todos los Estados miembros, ya que el reto de la conectividad en el conjunto de la Unión Europea depende en gran medida de sus propios avances.

Aunque se están dando pasos necesarios para armonizar y coordinar a los países europeos, aún existen fallos que entorpecen el desarrollo del 5G en Europa. En este sentido, la diversidad de normas y reglamentos, especialmente en materia de certificación de equipos, hace que las asignaciones de frecuencias y la certificación de los proveedores progresen de manera diferente de un país a otro.

La armonización de las normas y la legislación es fundamental para asegurar el establecimiento de un sistema eficiente y competitivo. Por eso, los países deben superar su enfoque fragmentado, tanto en lo que respecta a las implicaciones económicas como a las cuestiones de seguridad relativas a la infraestructura del 5G.

Además, se debe contemplar una auténtica coordinación a nivel de I+D y una alineación eficiente de los principales mercados de los Estados miembros. Reunir y compartir conocimientos y capacidades permitirá a la Europa desarrollarse como un centro 5G creíble y competitivo a nivel mundial.

## CONCLUSIONES

Pese a que el 5G se está convirtiendo ya en una realidad, aún quedan interrogantes por resolver sobre la nueva generación de telecomunicaciones móviles. La más importante de ellas puede ser el conocer exactamente cuáles serán los estándares y normas que la definirán. Asimismo, sus empleos y formas de uso, una vez se pase del ámbito teórico al práctico, serán también los que definan realmente esta nueva era y cómo impactará en nuestras sociedades.

El 5G trae consigo la promesa de enormes beneficios y avances para la sociedad y la economía de los países. No se trata, por tanto, de un simple avance de las perspectivas móviles de banda ancha tradicionales. Gracias a las comunicaciones ultrafiabiles y de baja latencia y las comunicaciones masivas entre máquinas, esta nueva tecnología hace posibles cambios hasta ahora inalcanzables.

Promesas que se convertirán en realidades en la medida en que los gobiernos y las autoridades reguladoras, en colaboración con el sector privado, hagan posible un ecosistema dinámico y competitivo, que afronte los nuevos desafíos tecnológicos para aprovechar sus oportunidades.

Favorecer el despliegue del 5G es una cuestión estratégica para los países que se encuentran a la vanguardia de este desafío, toda vez que se trata de una tecnología vital para el funcionamiento y el desarrollo de las economías digitales. Mientras, los distintos actores que componen el escenario del 5G deben aún resolver las dudas sobre los modelos de negocio y las posibilidades reales del mercado. Si los operadores se mantienen escépticos ante la falta de información y el elevado coste de los despliegues, y los proveedores de infraestructura abogan por una agilización, los reguladores deben buscar los equilibrios necesarios para implementar las mejores soluciones.

Por otro lado, las asimetrías entre los ámbitos urbano y rural, junto con los requerimientos de infraestructura, pueden agravar la brecha digital interterritorial y plantear problemas de cobertura y penetración que impedirían aprovechar al máximo las capacidades que esta nueva tecnología proporciona. Por tanto, es importante para la generación de un mercado fuerte en Europa que el enfoque normativo trate de paliar estas deficiencias del sistema.

Por todo ello, el reto del 5G implica a las autoridades en todos los niveles administrativos, que deben garantizar un acceso asequible a los recursos públicos necesarios, de forma que el despliegue de la red se pueda realizar de forma competitiva y eficiente por parte de los operadores.

Esta nueva generación trae consigo tantas expectativas de desarrollo como preocupaciones y retos por resolver. Además de los tecnológicos, las cuestiones relativas a la dependencia tecnológica de China y los desafíos en materia de seguridad marcan la agenda de este despliegue que tendrá más implicaciones globales de las que se han visto hasta ahora en procesos similares. Todo, enmarcado en una competencia global en la que nadie quiere quedar rezagado por las consecuencias que tendría a medio plazo.

La guerra comercial entre China y Estados Unidos ha evidenciado la preocupación sobre la fiabilidad de los grandes proveedores y su relación con el Partido Comunista Chino. Dada las nuevas características del 5G, que crea una mayor exposición a posibles ataques contra elementos críticos para la seguridad de los estados, Europa ha de ser contundente a la hora de establecer medidas y directrices en materia de ciberseguridad.

Este escenario genera dos grandes oportunidades para la Europa. En primer lugar, la de fortalecer su

soberanía tecnológica apostando verdaderamente por el proyecto del 5G, con incentivos económicos y apoyo al I+D, y contribuyendo a reducir su dependencia tecnológica de terceros que puede poner en riesgo su seguridad. En segundo lugar, los países europeos pueden además ejercer como un elemento de presión para poner freno a las posibles malas prácticas de proveedores chinos y ser un contrapeso para que las redes 5G sean más seguras para todos.

Precisamente los retos de seguridad requieren de coordinación internacional con otros países democráticos comprometidos con la libertad y los derechos fundamentales de sus ciudadanos. Si bien la Unión Europea debe ser pragmática, sabiendo regular y equilibrar las cuestiones económicas y de seguridad, también debe tener claro que ser condescendiente con el menor atisbo de amenaza a los sistemas de telecomunicaciones puede derivar en problemas muy serios en el medio plazo.

Tras comparar los diferentes actores que compiten por el liderazgo del 5G, se puede considerar que Europa continúa jugando un papel relevante a nivel internacional en el despliegue del 5G y cuenta con algunas ventajas, especialmente a nivel de influencia en la conformación de estándares, que otros competidores no tienen. Pero en una competición tan dinámica y cambiante, cualquier retraso o paso en falso puede suponer una desventaja difícil de salvar.

En los últimos años se han realizado avances significativos en los desarrollos comerciales, las pruebas pre comerciales, los corredores transfronterizos digitales, las ciudades 5G y otros campos que han permitido a Europa crecer en su conocimiento y experiencia de esta nueva tecnología. Sin embargo, aún queda camino por recorrer, especialmente a la hora de que los Estados miembros cumplan puntualmente con los objetivos marcados para el desarrollo.

Finalmente, debe aprovecharse la confluencia de intereses de las entidades públicas y el sector privado para canalizar eficazmente los recursos y fomentar la Investigación y el Desarrollo en el campo del 5G. El interés gubernamental en el despliegue del 5G y los abundantes recursos que pueden movilizar los gobiernos deben estar alineados con las necesidades de la industria y los operadores. Por ello, la colaboración público-privada y las facilidades para el despliegue pueden generar en Europa un ecosistema de éxito para esta nueva generación.

En definitiva, el 5G abre una senda de desarrollos y oportunidades que transformarán el mundo. Pero a su vez, trae consigo una serie de retos y desafíos que determinarán su despliegue en Europa y su capacidad de maximizar las oportunidades. Por ello, las autoridades deben actuar como catalizadoras del 5G conociendo bien las necesidades de todos los actores implicados y eliminando las trabas para su desarrollo.

## BIBLIOGRAFÍA

### Libros, informes y artículos académicos

5G Public Private partnership. (2017) *Euro-5g – Supporting the European 5G Initiative*.

Bertenyi, Balazs (2017), *5G NR Standards in 3GPP*

Blackman, C., Forge, S. (2019). *5G Deployment: State of Play in Europe, USA and Asia*. Study for the Committee on Industry, Research and Energy, Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies, European Parliament, Luxembourg.

Brake, D. (2018) *Economic competitiveness and national security dynamics in the race for 5g between the United States and China*. Information Technology and Innovation Foundation.

Campbell, K. et al. (2017) *The 5G economy: how 5G technology will contribute to global economy?* IHS economics & HIS Technology. Estados Unidos.

Calvo, A. (2016) *Historia de Telefónica: 1976-2000 Las telecomunicaciones en la España democrática*. Fundación Telefónica. Madrid, España.

Ernst & Young (2019). *Optimizing the 5G opportunity in Europe*. Ernst & Young.

Global Mobile Suppliers Association (2020) *Evolution from LTE to 5G: global market status*.

Global Mobile Suppliers Association (2020). *5G Market: SNAPSHOT March, 2020*.

GSMA (2019). *Espectro 5G, Posición de política pública de la GSMA*. Londres, Reino Unido

GSMA (2019) *Roadmap for C-band spectrum in ASEAN*. Londres, Reino Unido.

GSMA (2020) *The Mobile Economy 2020*. Londres, Reino Unido.

GSMA (2019). *La salud y las redes móviles 5G*. Londres, Reino Unido.

Huidobro, J & Conesa, R. (2006). *Sistemas de telefonía*. 5ª Edición. Paraninfo. Madrid, España.

Infocomm Media Development Authority (2019). *Ahead of the curve: Singapore's approach to 5G*. Singapore.

Institut Montaigne (2019). *5G en Europe, Time to Change de Gear*. Institut Montaigne París, Francia.

Institut Montaigne (2019). *Europe and 5G: the Huawei Case*. Institut Montaigne.

ITU News Magazine (2017). *Abrir sendas hacia 5G*. Revista de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Ginebra, Suiza.

Jiang, L. (2019). *5G Technology, Market and Forecasts 2019-2029. 5G infrastructure and its impact on end-user industries*. IDTechEx.

Jiménez, A. (2018) *5G: Taiwán. 2018*. Centro para el desarrollo tecnológico industrial. Ministerio de Ciencia Innovación y Universidades. Madrid, España.

Kaska, K. Beckvard, H. and Minárik, T. (2019) *Huawei, 5G and China as a Security Threat*. Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence (CCDCOE), Tallin, Estonia.

Lemstra, W., Cave, M. & Bourreau, M. (2017). *Towards the successful deployment of 5G in Europe: What are the necessary policy and regulatory conditions?* Centre on Regulation in Europe (CERRE). Bruselas, Bélgica.

Mariani, L & Bertolini, M. (2019). *The US-China 5G Contest: Options*

*for Europe*. Istituto Affari Internazionale. Roma, Italia.

Mohammad Meraj ud in Mir et al. (2015). *Evolution of Mobile Wireless Technology from 0G to 5G*. International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 6 (3) , 2015, 2545-2551

Moret, V. (2019). *El despliegue de las redes 5G, o la geopolítica digital*. Real Instituto Elcano. Madrid, España.

New Direction (2018). *The 5G Challenge: State of Play in Europe and Deployment*. Bruselas, Bélgica.

NIS Cooperation Group (2019). *EU coordinated risk assessment of the cybersecurity of 5G networks*. Comisión Europea. Bruselas, Bélgica.

Northstream (2019). *5G Outlook in Europe, a Northstream opinion*. Northstream, AB.

*Plan Nacional 5G 2018-2020*, Gobierno de España, Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital. Madrid, España.

Pujol, F et al. (2020). *5G Observatory Quarterly Report 7 up to March 2020*. European 5G Observatory & IDATE Digiworld.

Recon Analytics (2018). *How America's 4G Leadership Propelled the U.S. Economy*. USA Washington, D.C.

Sapana, S & Pratap S. (2012). *Key Concepts and Network Architecture for 5G Mobile Technology*. International Journal of Scientific Research Engineering & Technology (IJSRET) Volume 1 Issue 5 pp 165-170.

Skorup, B. (2019). *5G Basics and Public Policy*. George Mason University, Mercatus Center. Estados Unidos. Washington, D.C.

Unión Internacional de Telecomunicaciones (2018). *5G Basics*. Unión Internacional de Telecomunicaciones. Ginebra, Suiza.

Unión Internacional de Telecomunicaciones (2018). *Sentando las bases para la 5G: Oportunidades y desafíos*. Unión Internacional de Telecomunicaciones, Ginebra, Suiza.

Unión Internacional de Telecomunicaciones (2017). *Abrir sendas hacia el 5G*. Unión Internacional de Telecomunicaciones, Ginebra, Suiza.

Unión Internacional de Telecomunicaciones (2017). *Minimum requirements related to technical performance for IMT-2020 radio interface(s)*. Ginebra, Suiza.

### Páginas web

3GPP <https://www.3gpp.org/>

3GPP2: <http://www.3gpp2.org/>

5G Forum: <http://www.5gforum.org>

Comisión Europea: <https://ec.europa.eu>

Digital Policy Law: <http://www.digitalpolicylaw.com>

Ericsson: <https://www.ericsson.com/en>

European 5G Observatory: <https://5gobservatory.eu/>

Huawei: <https://www.huawei.com/es/>

IDATE DigiWorld: <https://en.idate.org/>

Nokia: [https://www.nokia.com/es\\_int/](https://www.nokia.com/es_int/)

The 5G Public Private Partnership: <https://5g-ppp.eu/>

Unión Internacional de Telecomunicaciones: [www.itu.int](http://www.itu.int)

Artículos online

BBC News (10 de octubre de 2019). *Huawei: cómo las históricas Nokia y Ericsson rivalizan con la compañía china en el desarrollo del 5G*. Recuperado de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-49986331>

Commsupdate.com (24 de febrero de 2020). *Chunghwa Telecom and Far Eastone pay extra to secure specific 5G frequencies*. Recuperado de: <https://www.commsupdate.com/articles/2020/02/24/chunghwa-telecom-and-far-eastone-pay-extra-to-secure-specific-5g-frequencies/>

Duchatel, M. (26 de febrero de 2020). *Japan's 5G: a Mirror for Europe*. Recuperado de: <https://www.institutmontaigne.org/en/blog/japans-5g-mirror-europe>

Ericsson. *A guide to 5G network security*. Recuperado de: <https://www.ericsson.com/en/security/a-guide-to-5g-network-security>

EFE (20 de enero de 2020) *Casi el 80 % de la banda de 700 MHz para 5G en Europa aún no se ha subastado*. Recuperado de: [https://www.lespanol.com/invertia/empresas/tecnologia/20200120/banda-mhz-europa-no-subastado/461205142\\_0.html](https://www.lespanol.com/invertia/empresas/tecnologia/20200120/banda-mhz-europa-no-subastado/461205142_0.html)

Fildes, N. (24 de agosto de 2019) *La tecnología 5G, ¿una máquina de hacer dinero?* Recuperado de: <https://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2019/08/24/5d615e23e5fdeaf0548b4594.html>

Fontdegloria, X. (21 de mayo de 2018). *El dominio tecnológico de China pasa por los semiconductores*. Recuperado de: [https://elpais.com/economia/2018/05/04/actualidad/1525435563\\_840300.html](https://elpais.com/economia/2018/05/04/actualidad/1525435563_840300.html)

Fruhlinger, J. (15 de octubre de 2019). *Beamforming explained: How it makes wireless communication faster*. Recuperado de: <https://www.networkworld.com/article/3445039/beamforming-explained-how-it-makes-wireless-communication-faster.html>

López, J.C. (20 de junio de 2019). *Massive MIMO: las dos palabras clave para entender qué va a ser el 5G*. Recuperado de: <https://www.xataka.com/moviles/massive-mimo-dos-palabras-clave-para-entender-que-va-a-ser-5g>

Mendoza, J. (1 de diciembre de 2018), *"World's first commercial 5G network will rollout in South Korea, edging out US and China"*, The Centrio News, Recuperado de: <https://www.centriorenews.com/worldsfirst-commercial-5g-network-will-be-deployed-in-south-korea-edging-out-us-and-china>

MetaSwitch. *What is 5G beamforming, beam steering and beam switching with massive MIMO*. Recuperado de: <https://www.metaswitch.com/knowledge-center/reference/what-is-beamforming-beam-steering-and-beam-switching-with-massive-mimo>

Millán, S. (25 de febrero de 2019). *Nick Read, CEO de Vodafone: "Nunca hemos considerado vender el negocio en España"*. Recuperado de: [https://elpais.com/tecnologia/2019/02/25/actualidad/1551095226\\_617073.html](https://elpais.com/tecnologia/2019/02/25/actualidad/1551095226_617073.html)

Min, A.H. (17 de octubre de 2019). *5G coverage across half of Singapore expected by end-2022*. Recuperado de: <https://www.channelnewsasia.com/news/singapore/5g-singapore-coverage-expected-2022-imda-iswaran-12007770>

Moorhead, P. (27 de febrero de 2020). *Why 5G Patent 'Value' Is More Important Than The 'Number' Of Patents*. Recuperado de: <https://www.forbes.com/sites/moorinsights/2020/02/27/5g-patent-value-is-more-important-than-number-of-patents/#2aa140e87941>

Muñoz, R. (12 de diciembre de 2019). *Huawei domina las redes y los móviles españoles*. Recuperado de: [https://elpais.com/internacional/2018/12/09/actualidad/1544372596\\_492738.html](https://elpais.com/internacional/2018/12/09/actualidad/1544372596_492738.html)

Ogala, E. (12 de abril de 2020). *History of 5G: What you need to know*. Recuperado de: <https://www.premiumtimesng.com/news/headlines/387429-history-of-5g-what-you-need-to-know.html>

Opensignal.com (2018). *State of Mobile Networks: Taiwan*. Recuperado de: <https://www.opensignal.com/sites/opensignal-com/files/data/reports/national/data-2018-07-taiwan/report.pdf>

Pickup, O. (23 de mayo de 2019). *South Korea leading the 5G revolution*. Recuperado de: <https://www.raconteur.net/technology/south-korea-5g>

*Presentando la tecnología y redes 5G* Gemalto.com. (definición, características, 5G vs 4G y casos de uso). Recuperado de: <https://www.gemalto.com/latam/telecom/inspiracion/5g>

*¿Sabes qué es la red 5G y qué ventajas nos ofrece?* Recuperado de: <https://es.digitaltrends.com/celular/que-es-la-red-5g/>

Segan, S. (6 de abril de 2020). *What Is 5G?* Recuperado de: <https://www.pcmag.com/news/what-is-5g>

Tomás, J. (23 de marzo de 2020). *KDDI to launch 5G in Japan this week*. Recuperado de: <https://www.rcrwireless.com/20200323/5g/kddi-launch-5g-japan-this-week>

Tomás, J. (17 de enero de 2020). *Taiwanese carriers secure 5G spectrum following competitive auction*. Recuperado de: <https://www.rcrwireless.com/20200117/5g/taiwanese-carriers-secure-5g-spectrum-following-competitive-auction>

Yubal, F. (9 de marzo de 2020). *Qué es el 5G y qué diferencias tiene con el 4G*. Xataka.com. Recuperado de: <https://www.xataka.com/basics/que-5g-que-diferencias-tiene-4g>

Weissberger, A (7 de marzo de 2020). *South Korean operators to invest \$3.365B (4T W) in 5G network infrastructure-1st half 2020*. Recuperado de: <https://techblog.comsoc.org/2020/03/07/south-korean-operators-to-invest-3-365t-4t-w-in-5g-network-infrastructure-1st-half-2020/>

Xinhuanet.Com (2019) *Huawei obtains 46 commercial 5G contracts in 30 countries*. Recuperado de: [http://www.xinhuanet.com/english/2019-06/06/c\\_138122365.htm](http://www.xinhuanet.com/english/2019-06/06/c_138122365.htm)

ANEXO

Lanzamiento de servicios comerciales por país, cronología.



Fuente: European 5G Observatory, Quarterly Report 7.

Principales ciudades europeas 5G por país y funciones.

European Countries	5G Activities (5G Private Trials and Pilots, 5G National Programmes (incl. Platforms), 5G test Corridors, 5G Infrastructure PPP (Vertical Trials and Pilots and Platforms) and 5G UEFA EURO 2020.	Key Cities
Austria	5G Private Trials & Pilots, 5G test Corridors	Innsbruck, Linz, Worgl
Belgium	5G Private Trials & Pilots, 5G test Corridors	Antwerpen, Brussels, Ghent, Leuven
Bulgaria	5G Private Trials & Pilots, 5G test Corridors	Sofia
Croatia	5G Private Trials & Pilots	Osijek
Cyprus	5G Infrastructure PPP	Limassol
Denmark	5G Private Trials & Pilots, 5G test Corridors, 5G Infrastructure PPP	Copenhagen, Aalborg
Estonia	5G Private Trials & Pilots, 5G test Corridors,	Tallinn
Finland	5G Private Trials & Pilots, 5G test Corridors, 5G Infrastructure PPP	Espoo, Helsinki, Muonio, Oulu, Sodankylä, Tampere, Turku, Ylivieska, Vantaa
France	5G Private Trials & Pilots, 5G test Corridors, 5G Infrastructure PPP	Bordeaux, Chatillon, Douai, Lannion, Lille, Lyon, Marseille, Metz, Montlhery, Nantes, Paris, Paris-Saclay, Nice, Rennes, Toulouse
Germany	5G Private Trials & Pilots, 5G test Corridors, 5G Infrastructure PPP	Aachen, Berlin, Bremen, Cologne, Detmold, Hamburg, Merzig, Munich, Reutlingen, Bonn, Darmstadt ~10 commercial 5G cities in March 2020
Greece	5G Private Trials & Pilots, Athens 5Glink, 5G test Corridors, 5G Infrastructure PPP	Athens, Egaleo, Kalamata, Patras, Thessaloniki, Trikala, Zografou
Hungary	5G Private Trials & Pilots	Budapest, Zalaegerszeg

Fuente: European 5G Observatory, Quarterly Report 7.







[newdirection.online](http://newdirection.online)



[@europeanreform](https://twitter.com/europeanreform)



[@europeanreform](https://www.instagram.com/europeanreform)