



**COMILLAS**  
UNIVERSIDAD PONTIFICIA



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y  
EMPRESARIALES (ICADE)

**TECNOLOGÍAS 3G, 4G Y 5G:  
Una perspectiva económica y social de la  
carrera por la innovación de las redes de  
banda ancha.**

Autor: Jesús García Barranco

Director: Alfredo Arahuetes García

**Resumen:** Actualmente nos hallamos en un mundo de cambio constante y sucesivas innovaciones. La tecnología se encuentra cada vez más presente en nuestras vidas y con las redes de banda ancha nos sigue allá a dónde vayamos. Todo ello conlleva una serie de implicaciones tanto a nivel económico como social. En el mercado un gran número de empresas invierten en investigación y desarrollo para beneficiarse de lo que pueda traer la nueva generación de las telecomunicaciones, el 5G. Fenómenos como el *Internet of Things* y las *Smart cities* se encuentran a la vuelta de la esquina. Dentro del ámbito social las pasadas generaciones ya tuvieron un impacto significativo en la conducta humana. Sin embargo, se prevé que el 5G vaya más allá, integrándose en todos los ámbitos de nuestra vida y modificando muchas de nuestras costumbres.

Este trabajo tiene como objetivo estudiar la evolución de la tecnología de las redes de banda ancha a nivel global y cuál será el impacto económico y social de la llegada de la tecnología 5G.

**Palabras clave:** 3G, 4G, 5G, Cuarta Revolución, Internet de las cosas, Economía digital, Ciudades inteligentes.

**Abstract:** Nowadays we face a world that experiences constant change and successive innovations. Technology is everyday more present in our lives and with the broadband network it follows us anywhere we go. All of it entails a series of consequences both at an economic and social level. In the market we find a great number of firms that invest in research and development in order to benefit from what the future of telecommunications holds. Events such as Internet of Things and Smart cities are just around the corner. Inside of the social scope, past generations have had a significant impact on human conduct. Nevertheless, 5G is predicted to go beyond, integrating in every aspect of our lives and altering our customs.

The objective of this project is to study the evolution of broadband network technology at a global level and what will be the economic and social impact of the arrival of 5G technology.

**Keywords:** 5G, Fifth Revolution, Internet of Things, Digital Economy, Smart cities.

# Índice

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Metodología.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. Estructura .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Desde el 3G hasta el 5G.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. 3G.....</b>	<b>5</b>
2.1.1. Origen .....	5
2.1.2. Impacto económico.....	6
2.1.3. Repercusión social .....	8
<b>2.2. 4G.....</b>	<b>9</b>
2.2.1. Origen .....	9
2.2.2. Impacto económico.....	10
2.2.3. Repercusión social .....	11
<b>2.3. 5G.....</b>	<b>12</b>
2.3.1. Origen y desarrollo .....	12
2.3.2. Impacto económico y repercusión social.....	13
<b>3. El 5G como herramienta para la 4ª Revolución industrial.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1. Economía digital.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2. IoT (Internet of Things).....</b>	<b>19</b>
<b>3.3. Smart Cities .....</b>	<b>24</b>
<b>4. El desarrollo real del 5G en la actualidad .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1. La carrera por el 5G .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2. Las partes en la secuencia del 5G .....</b>	<b>33</b>
<b>5. Conclusiones .....</b>	<b>38</b>
<b>6. Bibliografía.....</b>	<b>40</b>

## 1. Introducción

Con la llegada de internet al mundo hace escasas décadas, la sociedad experimentó una fuerte transformación. Se da la creación de un espacio etéreo en el que los datos pueden ser almacenados y dónde los individuos pueden ponerse en contacto los unos con los otros. Los estados y sus habitantes tienden a estar cada vez más conectados y ello viene provocado por la facilidad de transmisión de la información que brinda internet (World Bank, 2009).

“Debido al acelerado crecimiento de la implantación de las nuevas tecnologías en nuestras vidas, resulta relevante estudiar como ha sido el desarrollo de la telefonía móvil y lo que cabe esperar de ella en un futuro. Internet se ha erigido como una herramienta indispensable en nuestro entorno, ya no se concibe la vida sin él, está presente allá a donde vamos en todo momento. Este fenómeno se debe principalmente a los *smartphones* y otros dispositivos móviles que se han convertido en una extensión de nuestra persona durante las veinticuatro horas del día (Mardikyan, Beşiroğlu y Uzmaya, 2012). El hecho de tener acceso a infinitas fuentes repletas de información ofrece un sin fin de posibilidades. Esto es únicamente realizable si dicho dispositivo cuenta con conexión a la red, pero tal y como reflejan los datos, cerca del 95% de la población mundial tiene cobertura de telefonía móvil y entorno al 64% tiene acceso a redes de tercera generación, capaces de ofrecer acceso a Internet (ITU, 2018). Estos porcentajes son sorprendentes por si solos y no hacen más que aumentar paulatinamente según se van cubriendo los rincones más inhóspitos.” (García, 2019).

“El desarrollo de la tecnología de las telecomunicaciones y la implementación del 5G, no sólo hará disponibles los datos a los que nos referíamos, sino que podrán ser analizados en tiempo real para poder ser ajustados y optimizados de forma automática (Lopa y Vora, 2015).” (García, 2019). Con el despliegue de esta tecnología se cambiará por completo la interacción y funcionalidades con la red ya que no sólo estará presente en smartphones sino también en muchos otros lugares como la domótica, carreteras, coches, seguridad, meteorología, sanidad. La lista de aplicaciones es interminable y se le ha otorgado el nombre de *Internet of Things* (IoT) o Internet de las cosas en castellano. Las plataformas IoT ayudan a conectar el mundo real y el virtual y recolectar datos sobre su interacción

(Internet Society, 2015). Esto dará lugar al fenómeno conocido como *Smart Cities*, que en última instancia es la conexión de los elementos urbanos para su control a través de la red (Gascó-Hernandez, 2018).

Contar con gran cantidad de aplicaciones ofrece el potencial de generar un gran valor que en ocasiones tanto empresas como estados consiguen materializar. Las proyecciones en el sector son esperanzadoras, arrojando datos como el aumento de las inversiones en bienes de capital desde 340 billones en 2014 a 354 billones en 2016 (ITU, 2018). Esto ha promovido el surgimiento de un escenario altamente competitivo en el que todos los jugadores quieren ser los primeros. Nos enfrentamos a una continua carrera por la innovación en la que nadie se quiere quedar atrás. Japón lideró la instauración del 3G en torno a 2007, posteriormente Estados Unidos tomó el relevo en 2010 dominando el 4G, pero la gran incógnita reside en el futuro, ¿quién será el primero en conquistar la tecnología 5G?

### **1.1. Metodología**

La metodología empleada para la realización de este trabajo es descriptiva a partir de fuentes secundarias.

Comenzaremos abordando el impacto de las tecnologías 3G y 4G en la actualidad para después adentrarnos en las implicaciones que la llegada del 5G puedan tener sobre la economía y la sociedad. Se llevará a cabo una comparación de los datos extraídos de cada generación con el fin de ver si existen patrones que puedan replicarse en un futuro en las generaciones venideras. Para ello se emplearán informes realizados por organizaciones internacionales y otras fuentes de prestigio. Se contrastarán todos los datos con diversas fuentes para verificar que estas sean fidedignas y reflejen la realidad. Tomaremos las fuentes realizando una acotación temporal que incluirá todo lo publicado a partir del año 2000 hasta la fecha y a su vez emplear los datos más actualizados para contar con la información que mejor muestre la actualidad. Abordaremos también qué empresas están guiando el desarrollo del campo y quienes serán los jugadores principales en un futuro, con especial atención a la guerra existente entre EE. UU. y China (García, 2019).

Las fuentes principales del trabajo serán los trabajos académicos, los informes de grandes organizaciones (World Economic Forum, International Telecommunication Union) y artículos de revistas especializadas (García, 2019).

## **1.2. Estructura**

Este estudio se divide fundamentalmente en cuatro partes. En primer lugar, se comenzará con una descripción del tema explicando brevemente la situación actual del estado de la cuestión. En ella también se especificarán los objetivos perseguidos, así como la metodología empleada (García, 2019).

En segundo lugar, se abordará la evolución de la tecnología de las telecomunicaciones, a través de las últimas generaciones. Además, se realizará una evaluación de su impacto sobre la economía y su repercusión social (García, 2019).

Posteriormente, en cuanto al tercer apartado, este abarcará como el 5G puede impulsar la llegada de la cuarta revolución industrial. Para ello se analizarán las aplicaciones prácticas de esta nueva generación, concretamente en las áreas de la economía digital, el IoT y las *Smart Cities*.

En cuarto lugar, se estudiará la posición de cada uno de los jugadores dentro de la carrera por el 5G, haciendo un repaso por las empresas que lo desarrollan y los países que mayor influencia tienen sobre la misma.

Tras este apartado se destacará el gran potencial de esta tecnología y cómo puede impulsar tanto a la economía como a la sociedad al ser un fenómeno prometedor que abre infinitas posibilidades. Abordaremos estas y otras ideas recogidas a largo del trabajo a modo de conclusiones.

## 2. Desde el 3G hasta el 5G

Antes de entrar de fondo en el análisis de las últimas generaciones y sus respectivas implicaciones, echaremos brevemente la vista atrás para poner en perspectiva el punto desde el que partimos. Nos debemos remontar al año 1979, en el área metropolitana de Tokio, dónde la empresa *Nippon Telephone and Telegraph* (NTT) pone en funcionamiento el primer sistema celular operativo, ahora conocido como primera generación. Se trata de una señal de transmisión analógica que únicamente proveía servicio de voz y contaba con numerosos inconvenientes. La señal era débil, los dispositivos tenían un precio desorbitado, la batería era escasa, la conexión no era segura y como estas otras muchas restricciones (Lopa y Vora, 2015). Consecuentemente el acceso a la tecnología era exclusivo a un grupo reducido y las aplicaciones estaban seriamente limitadas. Sin embargo, resulta un avance asombroso para la época al eliminarse la necesidad de establecer una conexión física y poco a poco se expande a otros territorios. En el año 1981, esta tecnología llega a Europa de la mano de *Nordic Mobile Telephones* y posteriormente a Estados Unidos en 1982, a través de *Advanced Mobile Phone System* (Sharma, 2013).

Figura 1: Comparación de todas las generaciones de tecnología móvil.

Technology ⇨	1G	2G	3G	4G	5G
Feature ↓					
<b>Start/Deployment</b>	1970 – 1980	1990 – 2004	2004-2010	Now	Soon (probably 2020)
<b>Data Bandwidth</b>	2kbps	64kbps	2Mbps	1 Gbps	Higher than 1Gbps
<b>Technology</b>	Analog Cellular Technology	Digital Cellular Technology	CDMA 2000 (1xRTT, EVDO) UMTS, EDGE	Wi-Max LTE Wi-Fi	WWWW(coming soon)
<b>Service</b>	Mobile Telephony (Voice )	Digital voice, SMS, Higher capacity packetized data	Integrated high quality audio, video and data	Dynamic Information access, Wearable devices	Dynamic Information access, Wearable devices with AI Capabilities
<b>Multiplexing</b>	FDMA	TDMA, CDMA	CDMA	CDMA	CDMA
<b>Switching</b>	Circuit	Circuit, Packet	Packet	All Packet	All Packet
<b>Core Network</b>	PSTN	PSTN	Packet N/W	Internet	Internet

Fuente: Sharma, P. (2013) Evolution of Mobile Wireless Communication Networks-1G to 5G.

Desde la década de los 80 cuando comenzó su desarrollo, hasta ahora, las redes inalámbricas han experimentado avances que parecían imposibles por aquel entonces. Por tanto, para una mejor comprensión del estado de la cuestión, realizaremos un repaso de lo que han supuesto las últimas generaciones de redes móviles. Comenzaremos por la tercera al ser considerada una de las más disruptivas hasta el momento al dar paso a los *smartphones*. Para obtener una estimación realista del impacto que pueda llegar a tener el 5G centraremos el foco de atención en los efectos de las pasadas generaciones en los ámbitos económico y social.

## **2.1.3G**

### 2.1.1. Origen

Tal y como comentábamos, la tercera generación supuso un salto considerable respecto a las anteriores generaciones al posibilitar el acceso inalámbrico a internet. Se caracteriza por proporcionar acceso de manera simultánea tanto a voz como a datos, lo que derivó en múltiples aplicaciones. Manteniendo su liderazgo, el primero en implantarla comercialmente fue, de nuevo, la empresa japonesa NTT DoCoMo el 1 de octubre de 2001 con una tecnología basada en *Wideband Code Division Multiple Access* (W-CDMA) (Sharma, 2013).

Es curioso destacar que, como consecuencia del desarrollo paralelo de la tecnología de la red que llevaban los diferentes países pioneros, resultaron diversos sistemas. Por lo tanto, la infraestructura que respaldaba la transmisión de información y la frecuencia empleada variaba ligeramente dependiendo de la zona geográfica. Pese a ello se orquestó de manera que existiera una única red que proporcionara los mismos servicios independientemente del tipo de tecnología al que se tuviera acceso. Estos tres tipos fueron *Universal Mobile Telecommunication System* (UMTS) para Europa, *Code Division Multiple Access* (CDMA 2000) en Estados Unidos y Tecnología CDMA síncrona por división de tiempo (TD-SCDMA) para China. A raíz de dicha disparidad y como respuesta a que debía considerarse 3G, la Unión Internacional de Comunicaciones (ITU) introdujo el *International Mobile Telecommunications 2000* (IMT 2000), un estándar global que proporciona un marco para el acceso inalámbrico a nivel mundial por la unificación de los diversos sistemas de redes. En el mismo se contienen una serie de recomendaciones interdependientes, así como unos requisitos técnicos a cumplir con la finalidad de definir

y justificar el salto de una generación a otra. Algunos de estos requisitos serían ratios de transferencia de datos (como mínimo de 2 Mbps<sup>1</sup>), una mayor capacidad del sistema (relativo al número de dispositivos conectados simultáneamente) y una mayor eficiencia espectral (el aprovechamiento de una banda de frecuencia). Entre las ventajas de la llegada del 3G, la principal fue la posibilidad de enviar grandes paquetes de datos, debido a la mejora en velocidad, y con ello los servicios basados en el *Internet Protocol* (Protocolo IP). Esto significa una conexión más rápida a internet con un mayor ancho de banda, haciendo posibles diversas funcionalidades como la consulta de información, compras on-line, transacciones bancarias y todo ello desde un dispositivo móvil (Rodríguez, 2012).

### 2.1.2. Impacto económico

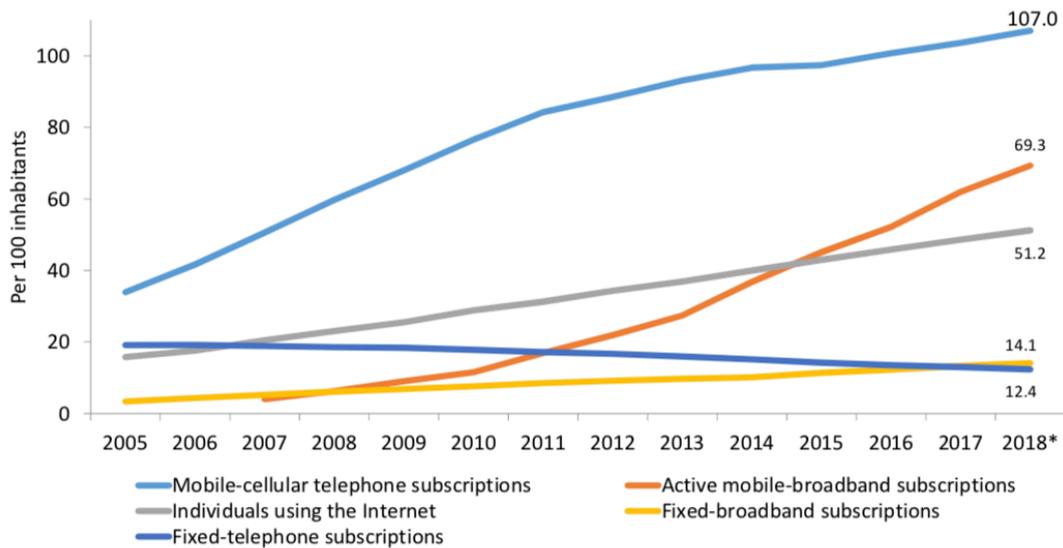
La rápida evolución del campo y las posibilidades que esta tecnología brindaba dio lugar a la cumbre *World Summit on the Information Society* por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) en 2003. En la misma se hizo hincapié en el poder de las *Information and Communication Technologies* (ICTs) y la preocupación de generar una brecha digital entre los países desarrollados y aquellos en vías de desarrollo. En dicha cumbre se resaltó la relevancia del tema ya que las ICTs juegan un papel fundamental en el crecimiento económico, la creación de empleo, la transformación de las empresas y el cambio de las prácticas de trabajo (ITU y UNCTAD, 2007). Desde entonces, la UNCTAD se comprometió a promover la igualdad de acceso a las oportunidades digitales entre todos los países y encomendó a la ITU el seguimiento de dicho fenómeno. Esta organización, desde el 2009, realiza anualmente el *Measuring the Information Society Report*, que presenta datos y herramientas de benchmarking para medir el estado de la sociedad de la información. A lo largo de este trabajo nos referiremos a dicho informe de manera reiterada por la actualidad y relevancia de los datos.

Las telecomunicaciones se convierten con esta tercera generación en un factor de interés económico equiparable a otros en el área de infraestructuras como lo son el transporte, la electricidad, el agua o la sanidad. Cada uno de estos servicios transforman las acciones de los ciudadanos, las empresas y los gobiernos, dando a cada nación la habilidad de ganar competitividad y ventaja comparativa (World Bank, 2009).

---

<sup>1</sup> Un megabit por segundo (Mbps) es una unidad que se usa para cuantificar un caudal de datos.

Figura 2: Desarrollo ICT entre 2005 y 2018\*



Fuente: ITU (2018) Measuring the Information Society Report.

Con las redes inalámbricas se puede tener acceso a información desde cualquier sitio y en todo momento lo cual es esencial en mercados como la bolsa. La inmediatez y ubicuidad de la información acerca a las partes en cualquier transacción, sin necesidad de un encuentro físico, y reduce las externalidades haciendo el mercado más eficiente en términos globales. La mayor parte de los estudios realizados sobre el impacto de las redes de comunicación móviles, se han centrado en el nivel empresarial. En ellos se destaca las ventajas en dos áreas concretas, la reducción de costes y el aumento de la productividad. De acuerdo con los *case studies* realizados por Ovum (2008) supervisores, gerentes y directores ejecutivos pueden añadir 30 minutos productivos a su jornada laboral si responden e-mails a través de sus dispositivos móviles. El mismo resultado se obtiene de apuntar en el móvil la información extraída en campo, que se sincroniza automáticamente con el PC, en vez de tomar notas en papel y luego pasarlas al ordenador. Se estima que estas prácticas tuvieron un beneficio económico en las empresas americanas de en torno a 18.000 millones de dólares en 2005.

En el campo de la salud, el uso de los dispositivos móviles para la prescripción de recetas y citas con el médico redujo las ineficiencias porque se evitaba volver a tener que preguntar por notas ilegibles o malentendidos sobre la medicación por parte de los pacientes. En 2005, se ahorraron casi 6.900 millones de dólares en la industria sanitaria como resultado de las mejoras productivas por el uso de la tecnología inalámbrica (Ovum, 2008).

La movilidad, facilidad de uso, flexibilidad de empleo y los relativamente bajos costes del empleo de redes inalámbricas van permitiendo su difusión en países en vías de desarrollo. El efecto potenciador económico ha demostrado ser aún más fuerte en estos países, especialmente en las zonas rurales al haber un mayor retraso en relación con otras áreas. Al ser economías que aún no han madurado los mercados no están saturados y por tanto el margen de crecimiento es mayor.

### 2.1.3. Repercusión social

El acceso continuo a información desde un dispositivo móvil también ha cambiado significativamente nuestra forma de actuar y tiene un rol creciente en la mejora del capital humano. Un ciudadano cualquiera ahora puede adquirir habilidades y extender su red de contactos, *networking*, a través de distintas aplicaciones web. En las mismas se genera gran cantidad de contenido mediante comentarios, blogs, *reviews*, *likes* y otras interacciones que preparan mejor al individuo para la economía del conocimiento (Johnson, Manyika, and Yee 2005). El aumento de conexiones potencia a su vez la creatividad de las personas que tienen una ventana libre dónde poder expresarse, esto les permite producir todo tipo de contenidos, productos y servicios fuera de los canales habituales. La innovación ya no está tan restringida y los propios usuarios son los que pueden impulsarla con el desarrollo colectivo de productos, sobre todo en el apartado del software (World Bank, 2009).

Como una anécdota curiosa, se pensó que con el 3G las video llamadas serían una de las aplicaciones estrella. Sin embargo, los usuarios no llegaron a hacer uso de ellas ya que suponía un gran consumo de datos haciendo que el coste se disparara. Resultó por tanto ser un fiasco lo cual sirve como lección para futuras generaciones. No siempre se cumplirán los resultados o usos esperados de las aplicaciones novedosas (A. Arostegui, comunicación personal, 14 de marzo de 2019).

El 3G hoy en día se encuentra en prácticamente todo el planeta por lo que es una tecnología que ya ha sido asumida por la sociedad y para la mayoría de sus usuarios la vida sería totalmente distinta si esta no estuviera. De acuerdo con el Informe Anual de la ITU, en 2018, en torno a un 90% de la población tiene acceso a redes 3G. Esta cifra es especialmente significativa si tenemos en cuenta que en 2008 rondaba el 20%. La rapidez de expansión de las redes inalámbricas ha ido en aumento tras cada nueva generación y se ha conseguido llegar a los rincones más recónditos del planeta.

## 2.2. 4G

### 2.2.1. Origen

La aparición de la cuarta generación, aunque a modo de prueba, no se dio hasta el 23 de junio de 2005. Hablamos de nuevo de la empresa japonesa NTT Do Co Mo, que volvió a ser la primera en conseguir velocidades de transmisión de paquetes de 1Gbps. Sin embargo, la empresa nipona no fue la primera en su implementación comercial, sino que se adelantaron los países escandinavos. En diciembre de 2009 se desplegó en las ciudades de Estocolmo y Oslo la red (LTE) a través del operador Telia Sonera. Esta implementación tuvo una fuerte influencia internacional ya que los dispositivos modem fueron aportados por Samsung (Corea del Sur) y la infraestructura creada por Huawei (China) en Oslo y Ericsson (Suecia) en Estocolmo (Gozalvez, 2010).

En los últimos años se ha evidenciado la creciente globalización y liberación de los mercados, resultando en una feroz competencia entre las compañías que deciden invertir fuertemente en el desarrollo de estas nuevas tecnologías. En 2015 la inversión en ICTs de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD) representó el 11 % de la inversión total y un 2,3 % del PIB total (ITU, 2018). A esto se le deben sumar las crecientes exigencias por parte de los usuarios que demandan nuevos y mejores servicios al haberse acostumbrado al frenético ritmo adquirido por este tipo de tecnologías. Todos estos factores son los que han contribuido a que cada vez los saltos entre generaciones sean más significativos y se repitan una vez pasados en torno a unos diez años.

El nombre del sistema que da soporte al 4G se denomina en términos más técnicos *Long Term Evolution* (LTE) y presenta una serie de cambios de configuraciones y características frente a la tecnología anterior. De manera similar al 3G, la ITU creó un comité para definir las especificaciones y requisitos que una red debía cumplir para reunir el estándar para ser considerado 4G. El comité elaboró el IMT *Advanced*, sucesor del IMT 2000, en la capital suiza en el año 2009 para configurar el marco regulatorio para esta nueva generación. Entre sus requisitos encontramos una velocidad de 100 Mbps en el enlace descendente y 50 Mbps en el enlace ascendente, esto se refiere a la velocidad de descarga y subida de datos respectivamente. Además, se trabaja con un ancho de banda

que varía de 1 MHz<sup>2</sup> a 20 MHz, la latencia debe ser inferior a 5 ms<sup>3</sup> y respecto a la cobertura debe ofrecer prestaciones máximas en un rango de 5 km y posibilidad de alcanzar rangos de 100 km (Rodríguez, 2012).

### 2.2.2. Impacto económico

El principal avance de esta red es el acceso a la información de manera más dinámica y eficiente, lo que abre numerosas aplicaciones. Los servicios en los que se encuentra integrado el 3G son abundantes y no hacen más que aumentar, por lo que el salto al 4G supone, de inicio, un mejoramiento de todos estos servicios (Sharma, 2013). En adición a ello, con su despliegue se habilitaron otras funcionalidades que a continuación detallaremos.

En primer lugar, la voz sobre IP que capacita la realización tanto de llamadas como de video llamadas a través de una conexión internet, facilitando las reuniones a distancia en el entorno de trabajo. Dentro del ámbito laboral, mejoran los servicios de movilidad facilitando el teletrabajo al no requerirse la presencia en un determinado sitio físico para contar con acceso a recursos corporativos, pudiendo llegar a ellos de manera remota con una conexión más segura. La arquitectura del LTE está configurada de manera que cualquier servicio es capaz de acceder a cualquier red, por lo que se le otorga un mayor control al usuario en lo relativo al acceso, recepción, creación e intercambio de contenidos. En segundo lugar, la interfaz empleada tiene una función de seguridad a través del cifrado de información proporcionando una protección integral. En tercer lugar, aumentan las capacidades de los dispositivos móviles para acoger distintas formas de ocio en el móvil. Desde la mayor nitidez en el envío de imágenes hasta la reproducción de videos *on-line* en alta calidad o el seguimiento de contenido en *streaming*. Las búsquedas *on-line* y el visionado de vídeo representaron un 75% del tráfico de datos en Europa en septiembre de 2013 (GSMA, 2014).

Tomadas las ventajas de manera conjunta, estas han dado lugar al desarrollo de nuevas industrias y formas de prestar servicios entre los que se encuentran las aplicaciones o *apps*. El crecimiento de este mercado se ha potenciado con el 4G, pasando de facturar en términos agregados 10,2 billones de dólares en 2010 a 87 billones de dólares en 2014.

---

<sup>2</sup> Un megahercio (MHz) es una unidad de medida de la frecuencia.

<sup>3</sup> Un milisegundo (ms) es una unidad de tiempo correspondiente a la milésima fracción de un segundo.

Desde su inicio, las *apps* albergan un gran potencial que no ha sido ignorado por los inversores que realizan fuertes apuestas como fue el caso de Instagram en 2012, que fue adquirida por 1 billón de dólares (Godfrey, Bernard y Miller, 2016). La industria móvil contribuyó tanto de manera directa como indirecta en torno a un 3,6 % del producto interior bruto global en 2013, lo que equivale a más de 2,4 trillones de dólares. Desde entonces estos números no han dejado de aumentar, situándose en 2017 en un 4,5 % o 3,6 trillones de dólares en valor añadido (GSMA, 2018).

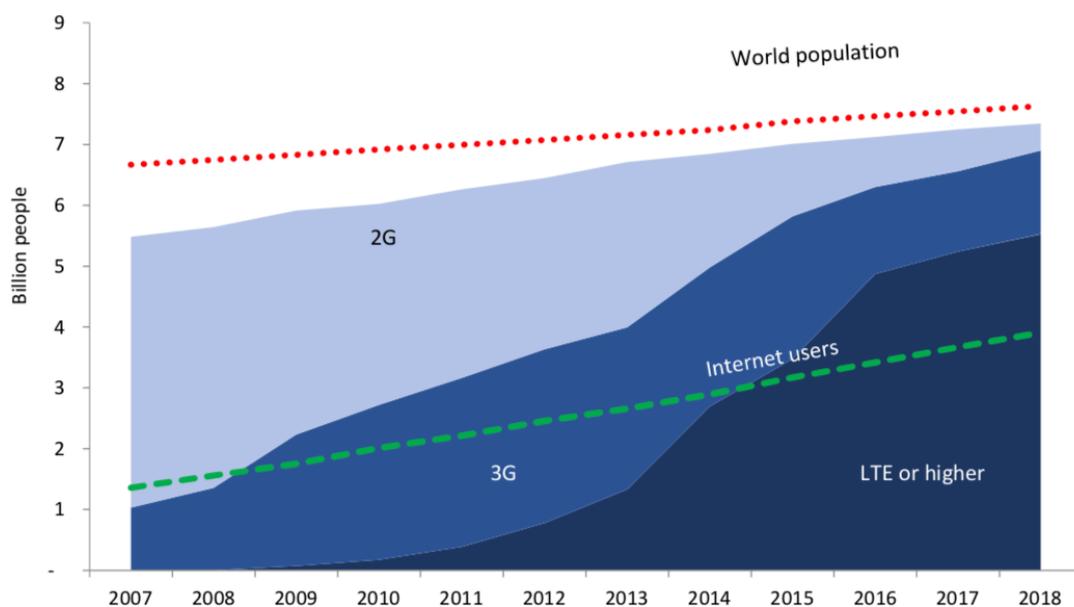
La flexibilidad que otorga el 4G es beneficiosa para prácticamente todas las áreas de negocio ya que permite la colaboración entre individuos en distintos lugares de forma simultánea favoreciendo así la eficiencia de las organizaciones, optimización de costes y reducción de tiempos de operación.

### 2.2.3. Repercusión social

El ecosistema móvil se ha arraigado profundamente a nuestra economía, tal y como hemos visto, pero también a nuestra sociedad. Según los datos extraídos por Google en 2016, cada individuo le dedica de media 170 minutos al día a su dispositivo móvil, lo que supone un 18% de las horas operativas de nuestro día. Este mismo análisis concluyó que vivimos en un *mobile first world* ya que más de un cuarto de los usuarios usan exclusivamente el teléfono, siendo esta cifra casi el doble de los que sólo usan el ordenador. La demanda por parte de los usuarios pasa con el 3G de estar centrada en los servicios de voz a los datos con el 4G ya que el interés no está tanto en la comunicación por voz sino todas las herramientas que estos habilitan. La mejora de prestación de servicios en el sector inclina a los consumidores a realizar un uso intensivo de los mismos hasta el punto de generar una gran dependencia. A lo largo de los últimos años ha surgido una creciente preocupación respecto a este fenómeno al considerarse que especialmente los jóvenes y adolescentes pasan demasiado tiempo con sus *smartphones*. Como consecuencia la materia ha sido objeto de estudio y la literatura resalta una visión pesimista de las nuevas tecnologías al señalar que su uso puede estar relacionado con el materialismo, la ansiedad y la depresión. Los resultados también apuntan a que la motivación detrás del abuso reside en el impulso que tenemos los humanos por socializarnos. Este impulso es algo positivo ya que está en nuestra naturaleza relacionarnos, pero si es llevado a un extremo puede resultar poco saludable (Veissiere y Stendel, 2018).

Actualmente, de acuerdo con los datos del informe de diciembre de 2018 de la ITU, un 51% de la población mundial tiene acceso a esta generación. Las ventajas que ofrece tanto a nivel consumidor como profesional junto a su mejor accesibilidad han disparado el número de suscripciones activas a redes inalámbricas superando los 5.000 millones en 2018. Estas cifras no se espera más que vayan creciendo según se disminuyen los costes tanto del servicio prestado por las teleoperadoras como de los dispositivos que habilitan su uso.

Figura 3: Cobertura móvil por cada tipo de red, 2007-2018.



Fuente: ITU (2018) Measuring the Information Society Report.

## 2.3.5G

### 2.3.1. Origen y desarrollo

La última generación, la cual está aún por llegar, es la quinta. Múltiples empresas por todo el mundo están trabajando para poder ser los primeros en beneficiarse del sinfín de funcionalidades que traerá consigo. Mientras siguen los avances para su puesta en marcha a nivel comercial, que se encuentra a la vuelta de la esquina, ya se han realizado numerosas pruebas en las que se han conseguido velocidades a la altura de una nueva generación. Al no haber dispositivos que soporten esta tecnología a disposición de los usuarios, son las propias empresas desarrolladoras las que proporcionan los puntos de acceso 5G habilitados para llevar a cabo pruebas. Estos ensayos han tenido un tamaño

reducido debido a la falta de desarrollo y han estado orientados en gran medida a publicitar que el teleoperador ofrecerá el servicio próximamente. Entre las empresas que han realizado pruebas se encuentra Telstra en Australia y AT&T y Verizon en Estados Unidos, sin embargo, es difícil mencionarlas a todas ya que durante la realización de este trabajo se van añadiendo más a la lista (GSMA, 2018).

De forma análoga a las pasadas generaciones los estándares y normativas para el 5G deberán ser establecidos por la ITU. El texto que recogerá dichos requerimientos será el IMT 2020, este se espera que sea publicado en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones, se celebrará en Egipto del 28 de octubre al 22 de noviembre de 2019. La organización tiene un gran papel en el desarrollo y aplicación del 5G, según ha anunciado por sus propios medios trabajará por asegurar redes seguras, estables, de confianza, compatibles, seguras para la salud y eficientes energéticamente (ITU, 2019).

El despliegue del 5G pretende alcanzar un mundo plenamente inalámbrico en el que no haya falta de cobertura, bajadas de rendimiento ni cortes en las llamadas, por ello se le ha otorgado la denominación de *World Wide Wireless Web* (WWWW). Esta tecnología traerá con ella una serie de ventajas que modificarán nuestro comportamiento en el día a día. La primera y más reconocible será el aumento de velocidad de descarga lo que supone una transmisión casi instantánea de datos, sin importar su peso, además de la mejora de todos los servicios que ya proporcionaba el 4G (streaming, multimedia, monitorización de equipos...). Otras implicaciones serán dispositivos más pequeños, eficientes, rápidos y baratos que tendrán su aplicación en el IoT del que hablaremos más adelante. La reducción de la latencia de unos 5 ms con el 4G a menos de 1 ms con el 5G lo que facilita el desarrollo de coches autónomos y otros elementos industriales. La frecuencia empleada pasa a ser mucho mayor dentro del espectro lo que proporciona múltiples posibilidades al tener un extendido ancho de banda, pero también algunas desventajas. En este rango las ondas no tienen un rango tan lejano y son absorbidas casi completamente por los obstáculos lo que hace necesario un gran número de repetidores para cubrir áreas extendidas (Lopa y Vora, 2015).

### 2.3.2. Impacto económico y repercusión social

Al no haber sido lanzado comercialmente no es posible analizar el impacto social y económico de manera precisa. Tendremos que estudiar la materia a partir de estimaciones

y predicciones futuras empleando las generaciones anteriores como referencia. Lo que si es innegable es que para aprovechar plenamente el potencial del 5G será requisito indispensable que su implantación venga acompañada de una regulación acorde y políticas que apoyen el desarrollo. Las tres áreas más importantes por abordar serán el espectro, la infraestructura y la economía, claves para el beneficio de los consumidores, las industrias y la sociedad (GSMA, 2018).

De lo que si somos conscientes hoy en día es de la creciente demanda por productos tecnológicos de mejor calidad y de mayor complejión. Los consumidores esperan que los nuevos gadgets que van apareciendo resuelvan todos sus problemas cotidianos y se aumente su calidad de vida. Esta incesante demanda es lo que incentiva a las empresas a invertir fuertemente en la tecnología ya que se trata de un servicio con grandes oportunidades en el plano práctico, pero también en el monetario. En 2017, había en torno a 5 billones de suscriptores móviles únicos (referido como persona individual que pueda tener múltiples conexiones móviles a través de varios dispositivos), pero se espera que para 2025 esa cifra pase a 5,9 billones. A este hecho se le debe sumar el aumento del uso de los dispositivos móviles, se espera que crezca en un 20 % el número de conexiones en *smartphones* en el mismo periodo. El incremento en el uso también será causado por las mayores funcionalidades que estos ofrecerán con la llegada de fenómenos sobre los que ya se habla como son la economía digital, el *internet of things* o las *Smart cities*. Para la industria el mensaje es claro. El incremento de un 18 % de usuarios únicos junto con un mayor uso debido a las nuevas aplicaciones muestra como aún hay mucho espacio para crecer (GSMA, 2018).

Figura 4: Comparativa de conexiones de *smartphones* entre países

2025 rank	Country	Smartphone connections, 2025 (m)	Change in rank since 2018
1	China	1,458	=
2	India	1,171	=
3	Indonesia	410	▲1
4	USA	346	▼1
5	Brazil	204	=

Fuente: GSMA (2019) The Mobile Economy.

### 3. El 5G como herramienta para la 4ª Revolución industrial

Recientemente se ha comenzado a hablar de la inminente llegada de la cuarta revolución industrial y el papel que las redes, especialmente el 5G, pueda tener en la ecuación. Para entender este concepto vamos a atender a su origen, se trata de un concepto acuñado por el reconocido economista alemán Klaus Schwab, que fue el fundador del *World Economic Forum* (Foro Económico Mundial). Dentro del contexto de una de las ediciones de dicho foro en 2016, el empresario planteó la llegada de una nueva etapa caracterizada por la unión de las esferas física, digital y biológica. La primera revolución se caracterizó por la mecanización y nuevos métodos de extracción de energía, la segunda por la producción en masa y el uso de la electricidad, la tercera por el uso de ordenadores y la automatización, y ahora la cuarta por sistemas ciberfísicos inteligentes. Con su llegada se da el nacimiento de una industria 4.0, una “segunda era de la máquina” a través de la inteligencia artificial, los vehículos autónomos, el IoT, el *blockchain* y otros muchos campos emergentes (World Economic Forum, 2016).

La digitalización se ha convertido en un tema de especial relevancia dentro de la organización empresarial al haber demostrado ser una herramienta increíblemente útil que potencia la efectividad y reduce los costes. Con la cercana implementación del 5G se espera que más que una herramienta se genere un mecanismo autónomo que monitorice constantemente su actuación y se autocorrija en caso de fallo sin la necesidad de intervención humana. Además, su conexión a la red permite la interacción continua entre distintos aparatos que, pese a operar por sí solos, se comunican y aprenden unos de otros recopilando más y más información.

Ya tenemos ejemplos prácticos sobre los que se podrían aplicar dichos mecanismos como sería el transporte cooperativo de bienes, controladores de circuito cerrado y monitorización y control remoto de la automatización de procesos. Todo ello parece posible con la suma de unas mayores velocidades de transmisión de datos y una ínfima latencia. Por tanto, el 5G puede configurarse como el habilitador de la cuarta revolución industrial (Gundall et al., 2018).

En este trabajo nos centraremos en tres áreas sobre las que tendrá efecto el 5G y se consideran relevantes en la consecución de una cuarta revolución industrial.

### 3.1. Economía digital

El ser humano, por su naturaleza, ha tenido una serie de necesidades que debían ser satisfechas. Sin embargo, el individuo por sí sólo no era capaz de satisfacerlas por lo que decide organizarse y a través del intercambio poder ir cubriéndolas. Esto originó el trueque rudimentario, dos partes identificadas como oferta y demanda se ponen de acuerdo para intercambiar un bien o servicio dentro del marco de un mercado. Desde la antigüedad esta transacción ha experimentado continuas transformaciones que se siguen dando hoy en día según cambian los factores del entorno. La última forma que ha tomado dicha transacción ha sido el *e-commerce* que pese a parecer algo muy reciente comenzó en los años setenta cuando se transfería dinero electrónicamente entre instituciones financieras. Sin embargo, el uso de estas aplicaciones era restringido al ser los grandes jugadores los únicos que se beneficiaban del mismo. Tras la aparición comercial de internet los usuarios comenzaron a involucrarse activamente en la web y se introdujo el término de *electronic commerce* en los años noventa. Nacieron las llamadas punto com o *start ups* de internet y todas las empresas en los países desarrollados querían tener presencia en la web. El énfasis en el comercio en línea pasó del consumidor (B2C) a la empresa (B2B) para finalmente desplazarse hacia lo puramente electrónico (B2E). Nos encontramos en esta última visión en la que no se responde ante un colectivo específico, sino que el producto se pone a disposición del público general una vez es colgado en internet. Sin embargo, el *e-commerce* va más allá de una mera transacción de compraventa ya se trate de un bien, un servicio o de información. El concepto engloba el servicio post venta que se le presta al consumidor, la colaboración con otras entidades, el aprendizaje obtenido por el *feedback* generado y las operaciones realizadas dentro de la propia empresa (Turban, et al., 2015).

A lo largo de los últimos años hemos podido ver el surgimiento de empresas *on-line* increíblemente exitosas como Facebook, eBay, Amazon o Pay Pal. Consumidores y proveedores pueden ahora encontrarse en un espacio digital en el que ambas partes salen ganando. Las causas detrás de su explosión pueden explicarse a través de las características, beneficios y cambios que ha habido en el entorno empresarial. Puede realizarse una categorización en tres grupos para analizar los beneficios de este modelo. Estos grupos serían las organizaciones (empresas), los consumidores (individuos) y la sociedad.

- El *e-commerce* crea un sin fin de posibilidades para empezar una actividad empresarial de una manera fuera de lo convencional. Los nuevos modelos de negocio permiten comenzar a operar con una mínima inversión y experiencia, pero al mismo tiempo crecer rápidamente. Se da la oportunidad de tener un alcance global y llegar a consumidores potenciales de todo el mundo, los costes son reducidos, se mejora la cadena de suministro, se facilita la personalización del servicio, el negocio se encuentra siempre abierto y en general las operaciones se realizan de manera más eficiente.
- Los consumidores también se benefician de las plataformas *on-line*. Se pone a su disposición una extensa gama de productos y servicios sobre los que elegir e incluso se pueden encontrar artículos coleccionables que no podrían haber sido adquiridos por otro medio. Además, este modelo aprovecha la ubicuidad de internet, se pueden comprar artículos de cualquier sitio en cualquier momento e incluso ser recibidos instantáneamente si se trata de un producto digital.
- Por último, la sociedad en su conjunto es participe de algunos aspectos positivos del *e-commerce*. Se promueve la prestación de nuevos servicios públicos por parte de los gobiernos, se incrementa la calidad de vida y facilita el trabajo desde casa.

Tomando una perspectiva integral lo que ha ocurrido es un derrumbamiento de las barreras de entrada al mercado, facilitando la entrada de nuevos competidores que den lugar a una situación de juego más cercana a la competencia perfecta. Dicho escenario representa una situación de mercado dónde se proporciona una maximización del bienestar. Por tanto, pese a que el comercio *on-line* no tiene más de veinte años se pronostica un crecimiento sostenido en el sector y una expansión a nuevas áreas de nuestra vida. Por la naturaleza de la tecnología y el uso de las redes este se encontrará en constante movimiento y desarrollo.

Tras ver todo lo que el comercio *on-line* nos puede ofrecer, tendremos que tener en mente la otra cara de la moneda, sus limitaciones que pueden clasificarse sencillamente en no tecnológicas y tecnológicas. Entre las primeras encontramos la desconfianza de los consumidores al no tener un reflejo tangible de la transacción, así como preocupación respecto a la seguridad y privacidad. Además, existe una aversión natural al cambio manifestada tanto por los individuos como por parte de los gobiernos en la elaboración de políticas y medidas regulatorias. En cuanto a las limitaciones tecnológicas

encontramos la necesidad de unos estándares universales de calidad, seguridad y confianza, la insuficiencia del ancho de banda actual, la tardanza en la aparición de actualizaciones de software y la escasa automatización de las fábricas para hacer frente a pedidos de gran volumen.

Retomando lo tratado anteriormente, observamos como la mayoría de las restricciones tecnológicas que tiene actualmente el *e-commerce* podrían ser resueltas con la implementación del 5G. Como hemos visto la quinta generación permitirá albergar diez mil veces más dispositivos (mil adicionales por metro) respecto a la cuarta, con la ampliación de la frecuencia empleada y la consecuente expansión del ancho de banda (Sharma, 2013). Relativo a la tardanza de las actualizaciones y la automatización de la maquinaria, esto puede ser resuelto con el IoT que más adelante analizaremos en profundidad. En pocas palabras se trata de la conexión a la red de los objetos que usamos de forma cotidiana permitiendo la recolección de información y su posterior estudio para su perfeccionamiento. Se espera llegar a un punto en el que ese análisis de datos se realice de forma autónoma y el proceso automatizado se actualice a sí mismo. Por tanto, los problemas frente a los que ahora nos encontramos en el apartado tecnológico parecen tener solución al menos en el corto plazo, pero ello no quiere decir que no vayan a ir apareciendo más según se progrese en el campo (Turban, et al., 2015).

Existen corrientes que defienden la destrucción de puestos de trabajo debido a la sustitución por la maquinaria y la tecnología. Sin embargo, esto ha demostrado ser falso ya que en vez de hablar de eliminación de puestos se da una reorganización de los mismos. Los dispositivos que supuestamente son los responsables de dicho suceso realmente generan oportunidades de trabajo ya que es necesario realizar no sólo su desarrollo, pero también su comercialización y posterior mantenimiento. Junto a este fenómeno, la nueva configuración del contenido multimedia ha creado numerosas oportunidades laborales. Hace veinte años nadie se dedicaba a subir vídeos a internet o fotos a una aplicación o a diseñar videojuegos. Estos puestos han surgido como consecuencia de la mencionada redistribución en la que nos encontramos. Al igual que esto ha ido ocurriendo paulatinamente a lo largo de la última década, seguramente veamos en el futuro cercano la aparición de otras tareas con la implementación del 5G.

### 3.2. IoT (Internet of Things)

En apartados anteriores hemos hecho mención al internet de las cosas o IoT, pero en esta sección profundizaremos en su significado e implicaciones, así como su relación con el 5G. El término *Internet of Things* generalmente se ha venido refiriendo a los escenarios en los que se extiende la conexión red y las capacidades de computación a objetos, sensores y artículos comunes que no se consideran ordenadores permitiendo que estos dispositivos generen e intercambien datos con mínima intervención humana. La combinación de la computación y las redes para monitorizar aparatos ha existido durante décadas, pero la reciente convergencia de varias corrientes tecnológicas está acercando el IoT a la realidad. Entre las corrientes destaca la introducción próxima del 5G a nivel comercial que facilitará el *data analysis* y el *cloud computing*. La fuerte incidencia que esto tendrá sobre la sociedad llevará a una alteración de cómo se percibe internet. De acuerdo con las proyecciones el IoT podría suponer el cambio de las interacciones comunes con internet. Ahora el tráfico está mayormente orientado a la descarga y generación de contenido a través de los dispositivos móviles y ordenadores, pero se espera que esto cambie hacia una interacción pasiva entre los usuarios y los objetos conectados. La potencial realización de este resultado nos situaría en un mundo de infinitas conexiones en el que se introduciría la arquitectura de internet en todos los bienes y servicios convencionales (Internet Society, 2015).

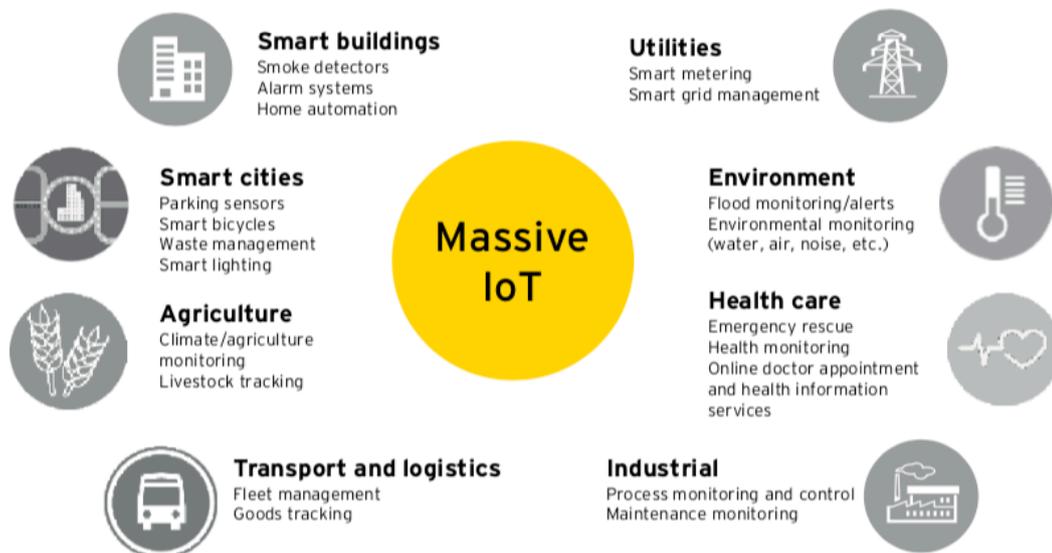
Distintas organizaciones están desarrollando sus propias categorizaciones de los usos y aplicaciones del IoT. Unas se centran más en su implementación industrial dentro del proceso productivos mientras otras destacan su relevancia en el ámbito de los *wearables* y las *Smart cities*. Sin importar la perspectiva que se tome es evidente que las aplicaciones del IoT se extenderán a prácticamente todos los aspectos de nuestras vidas. A continuación, mencionaremos algunas de las que se están planteando actualmente.

- Humana: Los dispositivos pueden engancharse al cuerpo o introducirse dentro de él para mejorar la salud y bienestar a través del control de enfermedades y el estado físico o la mejora de productividad.
- Hogar: Instalación en las viviendas para proporcionar seguridad y controlar los aparatos domésticos como la luz, la calefacción y los electrodomésticos.
- Venta al por menor: En los espacios dónde los consumidores se involucran en el comercio como pueden ser bancos, restaurantes, estadios y tiendas. Puede

optimizarse el servicio prestado ya sea a través del autoservicio u otras formas de mejorar la experiencia de usuario.

- **Oficina:** Dentro del ámbito laboral es posible gestionar eficientemente el consumo de energía, controlar la seguridad, mejorar la productividad y facilitar la movilidad de los trabajadores.
- **Fábricas:** En el proceso de producción se pueden conseguir eficiencias operativas, así como la optimización de los equipos empleados y el inventario.
- **Transporte:** Los dispositivos IoT son aplicables a todo tipo de vehículos para el seguimiento del mantenimiento y el estudio de los patrones de uso.
- **Ciudades:** Dentro de los entornos urbanos, en espacios públicos e infraestructuras urbanas se pueden introducir para el control del tráfico, la administración de recursos y la monitorización del medio ambiente.
- **Exterior:** El espacio entre los entornos urbanos en los que operan trenes, vehículos autónomos y aeronaves. Este apartado incluye la monitorización a tiempo real de rutas, el seguimiento de pedidos y la navegación conectada.

Figura 5: La tecnología 5G habilita masivas verticales de IoT



Fuente: EY (2018) China is poised to win the 5G race.

Tal y como podemos comprobar la presencia de los dispositivos conectados puede extenderse a todas las áreas de negocio y con el tiempo se irán implementando en otros segmentos. Sin embargo, surgen dudas sobre como un número tan elevado de aparatos serán capaces de interactuar entre sí de forma continuada. En tal caso, será relevante desde

un punto de vista operativo el modelo de comunicación técnico sobre el que estarán basados para su conexión e intercambio de información. De acuerdo con la guía publicada por el *Internet Architecture Board* (IAB) se pueden configurar un marco de referencia para cuatro modelos comunes de comunicación entre los dispositivos IoT.

En primer lugar, el modelo de comunicación entre dispositivos que representa la conexión directa entre dos o más aparatos sin la intervención de intermediarios. Los medios que unen a estos incluyen la red IP o internet u otros tipos de protocolos como el *Bluetooth*, que permiten el intercambio de datos para conseguir su función. Este modelo es empleado en lugares como el hogar, un ejemplo sencillo sería el de un interruptor y una bombilla. Sin embargo, este enfoque presenta problemas de interoperabilidad ya que los fabricantes incluyen mecanismos de protección y seguridad dentro de los aparatos haciendo que solamente sean compatibles aquellos de la misma familia. Si se tomara un enfoque abierto y estandarizado de los formatos de información podría llevar a problemas con la privacidad de los usuarios. Esto supone un problema para el consumidor que se ve forzado a escoger a un determinado fabricante para que los productos de una misma familia operen de manera adecuada.

En segundo lugar, encontramos el modelo dispositivo a nube en el que los aparatos se conectan a los servidores del proveedor de la aplicación para el intercambio de información y control del tráfico de mensajes. Los medios utilizados suelen ser el cable Ethernet tradicional o la conexión Wi-Fi que proporcionan acceso a internet y consecuentemente a la nube. Entre estos dispositivos podríamos destacar las *Smart TV* que permiten al usuario visionar contenido *on-line* desde su televisor. Este modelo aporta valor a los consumidores ya que extiende las funcionalidades de los dispositivos más allá de las características primarias. Ahora es posible tener información actualizada instantáneamente sin tener que esperar a la retransmisión de la misma por los canales de televisión, por ejemplo. En este caso pueden surgir también problemas de interoperabilidad por restricciones que ponga cada fabricante al servicio, aunque en menor medida.

En tercer lugar, el modelo de dispositivo a puerta de enlace o *gateway* es similar al anterior, pero se introduce un intermediario antes de acceder a la nube. Los dispositivos que actúan en una red interna se comunican con la puerta de enlace local que después se

conecta con la nube. Su objetivo principal es el de proporcionar seguridad, pero también tiene otras funcionalidades como la traducción de protocolos o unificación de datos. Un ejemplo de esto serían los monitores de salud personales que suelen enlazarse con una *app* en el móvil para acceder a los servicios *on-line*. El inconveniente de este modelo es la necesidad de desarrollar una aplicación de software que suele ser complejo y encarece el sistema.

Por último, en cuarto lugar, hallamos el *Back End Data Sharing model* que consiste en una arquitectura de comunicación que permite a los usuarios exportar y analizar la información en la nube de los objetos inteligentes en combinación con otros recursos. Es una extensión del modelo dispositivo a nube en el que se estudia la información generada por los dispositivos IoT. Un ejemplo de esto sería si una empresa quiere analizar el consumo de energía de la maquinaria de la que dispone. Los dispositivos instalados en cada una de ellas proporcionan información sobre su funcionamiento y pueden ayudar al empresario en la toma de decisiones. Al igual que los primeros modelos, un inconveniente sería la interoperabilidad entre distintos sistemas ya que resulta difícil evitar que estos no sean cerrados.

La conexión de los dispositivos de uso común a la red puede suponer grandes ventajas a distintos niveles, pero también suscitarán algunas problemáticas. Dentro del IoT podemos analizar cinco áreas que representan los retos más urgentes y las cuestiones aún por resolver. Estos incluyen la seguridad, la privacidad, la interoperabilidad, la regulación y las economías emergentes (World Economic Forum, 2019). Pasaremos a examinar cada uno de ellos de forma separada.

- Seguridad

No se trata de un aspecto nuevo en el contexto de la tecnología de la información, pero las características de muchas aplicaciones del IoT presentan desafíos únicos de seguridad. Debe hacerse énfasis en este apartado ya que la confianza de los usuarios es vital si estos servicios se van a integrar en nuestras vidas. La desprotección de dispositivos IoT puede servir como punto de entrada para ataques cibernéticos y extracción de datos privados. Esto es especialmente relevante si todos los dispositivos se encuentran conectados ya que supondrá un riesgo para la red en su totalidad. Por ello, es una obligación de los desarrolladores y usuarios de esta tecnología el evitar actuaciones que puedan producir un daño.

- **Privacidad**

Todo el potencial del IoT depende de las elecciones que los usuarios hagan respecto a la configuración de la privacidad individual. La información extraída puede aportar un valor único para los sujetos involucrados, pero la preocupación respecto a la vulneración de los derechos de privacidad puede generar reticencia. Es destacable, que el IoT está reabriendo el debate sobre los límites de la intimidad ya que se alteraría la forma en la que los datos personales son tratados. Habrá que mantener un equilibrio entre el respeto a la privacidad individual y la innovación en nuevas tecnologías y servicios.
- **Interoperabilidad**

En este apartado nos referimos a la necesidad de evitar un entorno de dispositivos fragmentado que inhiba la creación de valor. Pese a que la interoperabilidad absoluta no parece un objetivo realista, si que se debe tender a una homogenización de los servicios prestados. Los consumidores estarán más dispuestos a adquirir dispositivos IoT si estos se complementan y proporcionan mayores beneficios.
- **Regulación**

La evolución de la tecnología está dejando atrás la legislación vigente que no es capaz de mantener el ritmo. El surgimiento acelerado de nuevos fenómenos no permite la correcta adaptación de las estructuras legales a la realidad. Aquí surgen problemas por la disparidad de ordenamientos jurídicos entre distintos estados en materias como la transmisión de información, la diferencia de oportunidades y el aseguramiento de que se cumple con la ley. Pese a que los retos en esta materia son amplios y complejos, la adopción de unos principios y valores comunes puede generar confianza y respetar los derechos de los usuarios.
- **Economías emergentes y desarrollo**

El IoT se presenta como una herramienta que beneficiará el desarrollo social y económico de países en vías de desarrollo. Entre sus aplicaciones más importantes se incluyen la agricultura sostenible, la sanidad, el cuidado del medio ambiente y la industrialización. Para que estas economías se puedan aprovechar del potencial completo de esta tecnología será necesaria la implementación de medidas que incentiven su uso y se destinen recursos en el área.

La implantación del *Internet of Things* promete tener efectos revolucionarios sobre un mundo plenamente conectado de manera inteligente. Supondrá el acercamiento en la relación entre los objetos y las personas que estará fuertemente entrelazada. El 5G será clave para la implantación de esta tecnología a través de los modelos de comunicación en los que se sitúa como una herramienta fundamental para su correcto funcionamiento. Habilitará la ubicuidad de la información y la transmisión de un gran volumen de datos entre los distintos dispositivos que formen parte del entramado funcional. Pese al significativo potencial de sus ramificaciones, también existen un número de retos potenciales en el camino tal y como hemos visto. Se trata de un fenómeno que está ocurriendo ahora y los problemas deben tratarse cuanto antes para maximizar los beneficios y reducir los riesgos.

### **3.3. Smart Cities**

A lo largo de las últimas décadas los gobiernos locales se han enfrentado a las dificultades planteadas por el crecimiento urbano y el resto de los problemas tradicionales como el uso del terreno, el mantenimiento urbano y la administración de servicios. Además, las ciudades ahora compiten entre ellas por las empresas, el turismo y la mano de obra cualificada para solventar cuestiones de bienestar y desarrollo. La innovación, especialmente la tecnológica puede ayudar a los gobiernos a afrontar estos retos mejorando el entorno urbano, incrementando la competitividad y minimizando el daño al medio ambiente (Gascó Hernández, 2018). Estos avances tecnológicos están llegando de la mano del internet de las cosas tal y como hemos comentado en el apartado anterior. Para una mejor comprensión de lo que puede suponer su despliegue generalizado en los productos y servicios comunes, analizaremos más en detalle el caso de las *Smart cities* o ciudades inteligentes.

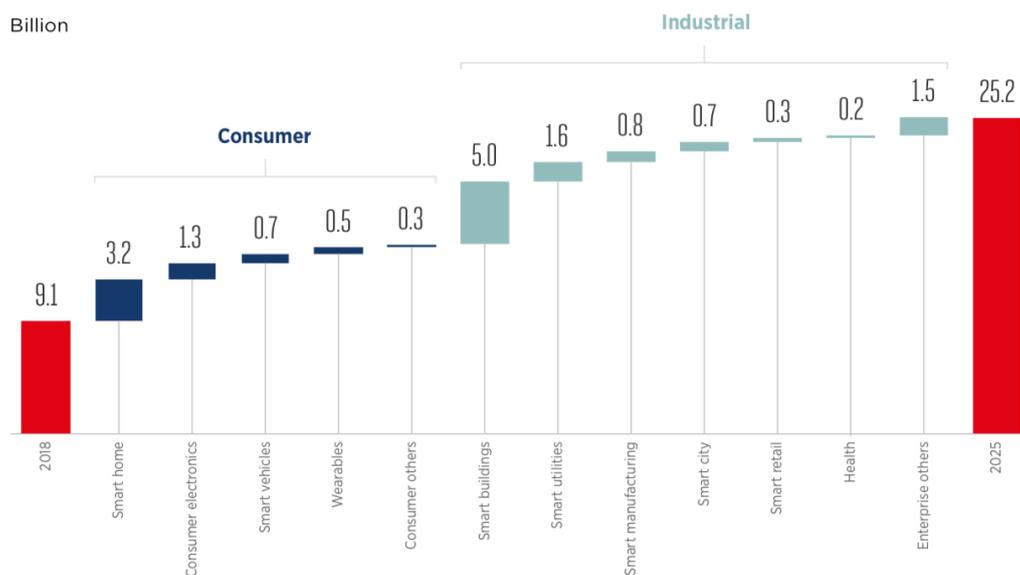
Actualmente contamos con una gran cantidad de investigaciones que hacen referencia a este fenómeno, sin embargo, el concepto está fragmentado y no cuenta con una interpretación consistente. Esta disparidad se ve reflejada también en el enfoque propuesto por diferentes ciudades para hacerse más inteligentes, pero ello no implica que exista un único camino. En la literatura académica vemos como hay consenso sobre la necesidad de evaluar unas dimensiones para determinar en que medida una ciudad es inteligente y se realiza un ranking en el que se permite comparar la posición relativa de

las mismas. La disparidad aparece en la cantidad y denominación de las características a analizarse ya que cada autor propone una visión ligeramente diferente.

Con el objetivo de simplificar el tema nos ceñiremos al estudio más reciente realizado por el IESE y titulado *Cities in Motion*. En este proyecto el modelo empleado incluía nueve dimensiones: capital humano, cohesión social, economía, gobernanza, medioambiente, movilidad y transporte, planificación urbana, proyección internacional y tecnología. Es destacable como en la explicación de cada una de las dimensiones, dentro del apartado de la tecnología se describe a las tecnologías de la información y comunicación como “la espina dorsal de cualquier sociedad que pretenda alcanzar el estatus de «inteligente».” (IESE, 2018, p.21). Una vez más se reconoce el carácter central de estas en la mejora de la calidad de vida y su papel en permitir la sostenibilidad de las ciudades y la ampliación de su ventaja competitiva.

Por tanto, de acuerdo con este modelo las ciudades que sobresalgan en cada una de las diferentes dimensiones se considerarán más inteligentes o desarrolladas. Se trata de aplicar los avances tecnológicos y la innovación a todos los elementos que conforman la vida en el entorno urbano. La importancia de este punto es creciente según la población mundial se va desplazando hacia las urbes por la influencia de la globalización. Esta tendencia puede tener efectos positivos como la actuación directa en beneficio de la sociedad, pero también efectos negativos como la posible división social o el impacto sobre el medioambiente.

Figura 6: 16 billones de nuevas conexiones IoT para 2025



Fuente: GSMA (2019) The Mobile Economy.

La importancia del 5G en esta ecuación es significativa, ya que su aplicación a prácticamente todos los campos aporta una gran flexibilidad. A continuación, estudiaremos algunos de los problemas frente a los que nos encontramos y las posibles soluciones que puedan llevarse a cabo dentro del contexto de las *Smart cities*.

Recientemente ha aumentado la sensibilización respecto al consumo descontrolado de los recursos y la necesidad de establecer planes de actuación sostenible. Esto afecta en primer lugar, a la calidad y disponibilidad del agua, la cual se estima que no esté disponible para toda la población en un futuro cercano. El uso de sensores puede ayudar a realizar un consumo más seguro y eficiente de la misma. Estos pueden analizar la calidad del agua, advirtiéndolo a las autoridades en caso de que se encuentre en mal estado y pueden dar información sobre cómo la gente usa este recurso para poder implementar hábitos más eficientes.

En segundo lugar, la calidad del aire que puede registrarse de manera similar con la instalación de dispositivos de medición. Estos aparatos proveerán de información sobre áreas potencialmente peligrosas por el exceso de gases tóxicos y facilitarán la detección de empresas contaminantes para imponer multas por su mala praxis.

En tercer lugar, la tecnología digital ofrece grandes posibilidades en el campo de la eficiencia energética. Cada vez los dispositivos son más potentes con un menor consumo y se integran nuevas fuentes de energías renovables haciendo el sistema en su conjunto más eficaz. Al igual que con el agua también se podrán instalar aparatos de medición para alterar la conducta de los individuos e implementen acciones de ahorro energético.

En cuarto lugar, encontramos la administración del tráfico. Actualmente los sistemas que se encargan de ello como los semáforos son estáticos y no se adaptan a las cambiantes necesidades de la movilidad en la urbe. Con la implementación de la tecnología digital se logra dinamizar el flujo de tráfico en tiempo real ajustando las señales al volumen existente. Además, se están desarrollando *apps* que ayudan a los conductores a encontrar aparcamiento, a escoger la ruta más rápida evitando atascos y a compartir medio de transporte, lo que facilita la descongestión de las zonas urbanas. Por último, se espera que con la llegada de los coches autónomos haya mejoras en el consumo de energía, productividad y polución del aire por el estilo de conducción optimizado que estos proporcionarán.

En quinto y último lugar, el diseño de edificios inteligentes empezando por los sistemas de alumbrado, calefacción y electricidad. La incorporación de sensores como termostatos o detectores de movimiento optimizan la utilización de los distintos espacios y permiten

establecer las condiciones idóneas en cada momento. Igualmente, el propio diseño y distribución de la construcción puede llevar a eficiencias energéticas con el aprovechamiento de la luz natural o el aislamiento térmico.

La gran mayoría de los supuestos planteados incorporan la utilización de dispositivos de monitorización y control de distintas variables. El 5G ayuda a la comunicación entre los mismos, así como a su tamaño reducido, ya que no será necesario que estos cuenten con memoria interna al poder estar todo subido en la nube. La rapidez de descarga y subida de datos permite el seguimiento en tiempo real de cada uno de los factores y la temprana detección de cualquier anomalía. Con el mayor ancho de banda proporcionado por el 5G se podrán tener conectados muchos más aparatos de manera simultánea a un mismo emisor lo que hace posible la realización de estas medidas. Además, todos los datos extraídos por todos los dispositivos pueden ser empleados por investigadores para identificar con precisión los problemas existentes y trabajar en las posibles soluciones.

Como podemos observar el salto a la siguiente generación de redes supone un paso adelante en la dirección de la economía digital, del *Internet of Things* y de las *Smart cities*. Para su correcta implantación y control se requerirá la actuación conjunta de los sectores público y privado. Los gobiernos deben regular el terreno de juego de manera continuada adaptándose a las modificaciones que vayan apareciendo, pero sin ser un freno para el desarrollo de la tecnología. Por su parte, las entidades privadas deben respetar las leyes que sean impuestas y contribuir al mejoramiento del bienestar social. La acción combinada de ambos sectores debe construir un sistema integral en el que sean considerados todos los ámbitos. No puede darse la mejora de un ámbito si se están descuidando otros, la equidad dentro de las actuaciones debe regirse como un mínimo indispensable que no puede ser olvidado.

## **4. El desarrollo real del 5G en la actualidad**

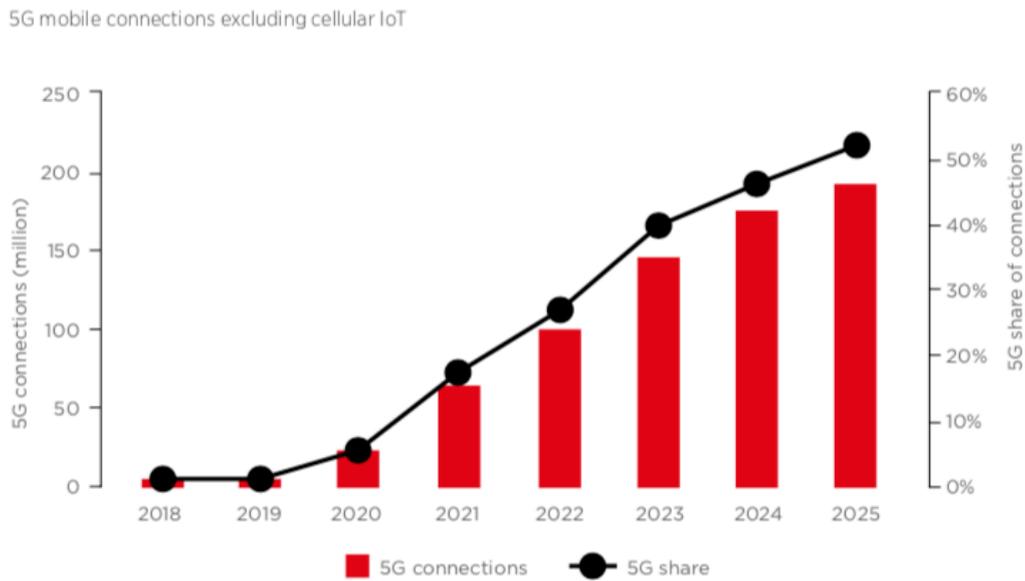
El 5G se configura como una herramienta que esconde un gran poder. Tal y como hemos visto en este trabajo el campo de aplicación es extenso y las consecuencias tanto para la economía como para la sociedad pueden ser significativas. Las empresas y los gobiernos ya se preparan para el lanzamiento comercial de la tecnología, pero por el peso que tiene, se plantea un escenario competitivo equiparable al de una carrera. Los jugadores saben que puede haber numerosas ventajas en ser los primeros y no quieren perder ese poder.

### **4.1. La carrera por el 5G**

La tecnología 5G puede marcar el comienzo de una nueva etapa, tal y como hemos tratado, su relevancia es vital en el marco de la cuarta revolución industrial. Esto supone que los países que adopten tempranamente esta generación podrán mantener una década de ventaja competitiva. Esto ya ocurrió con pasadas generaciones que mejoraron los resultados macroeconómicos de los primeros estados adoptantes, pero con el 5G se prevé que el efecto sea aún mayor (Deloitte, 2018). En gran medida, la monetización e impacto económico es lo que ha motivado a distintos países y empresas a invertir agresivamente en su implementación. Entre los países que han realizado mayores logros respecto a esta tecnología encontramos a Corea del Sur, Japón, China, Estados Unidos y Suecia y entre las empresas que más fondos están destinando a su desarrollo encontramos a Samsung, Huawei, Ericsson, ZTE y Qualcomm. Para un análisis más preciso nos centraremos en las dos economías de mayor envergadura, China y Estados Unidos, las cuales albergan a la mayoría de principales jugadores.

Comenzaremos hablando de Estados Unidos, país con un gran músculo económico y uno de los mercados potenciales de mayor envergadura. El interés estadounidense por introducir el 5G cuanto antes reside en el efecto que este tendrá sobre su economía al poder ser un efecto multiplicador que aporte más valor que aquel invertido. De acuerdo con las estimaciones realizadas por GSMA (2018), Estados Unidos será el país que experimente la migración de consumidores a 5G más rápida del mundo. De tal manera que la tecnología alcanzará los cien millones de conexiones móviles a principios de 2023 y se convertirá en la red líder en 2025, con más de ciento noventa millones de conexiones. Un mercado así ofrece buenas perspectivas de futuro e incentiva la inversión tanto del sector privado como del público.

Figura 7: Adopción de los consumidores del 5G (EE. UU)



Fuente: GSMA (2018) The 5G era in the US.

Entre las empresas privadas desarrolladoras encontramos a un jugador de vital relevancia como es Qualcomm, productora de *chipsets* para tecnología móvil. Fue el primer fabricante en producir el chip con soporte 5G, anunciando a finales de 2017 el Snapdragon X50 5G. Se trata de la empresa referente en su segmento, situándose muy por encima de sus competidores chinos, ofreciendo equipos que proporcionan un alto nivel de potencia y eficiencia. La empresa lideró el mercado en pasadas generaciones y parece que lo volverá a hacer a través de licencias y *royalties* por la cesión de su propiedad intelectual. El gasto en investigación y desarrollo de Qualcomm se ha mantenido entre los 1.2 y 1.4 billones de dólares anuales en los últimos cuatro periodos lo que nos da una idea sobre su nivel de innovación y la razón por la que se encuentra en la posición de líder (Qualcomm, 2018).

En cuanto a las teleoperadoras americanas, se espera que las principales como son AT&T, Sprint, T-Mobile y Verizon ofrezcan servicios 5G a finales de 2019. Estas ya han realizado pruebas en diversas ciudades del país, pero no han llevado a cabo una difusión masiva. Todas ellas se encuentran expandiendo la capacidad de sus redes y mejorando las torres de emisión de señal existentes para que abarquen distintos espectros de bandas (GSMA, 2018). Según anuncian los mismos y de manera similar a pasadas generaciones, el lanzamiento del 5G será un proceso escalonado por fases. En un primer momento se

realizan las pruebas necesarias para validar el correcto funcionamiento del 5G. Una vez testeado y lanzado se espera una actuación conjunta con el resto de las redes que serán empleadas en tándem. En esta fase el 5G se empleará solamente en las aplicaciones que específicamente requieran sus altas velocidades o reducidas latencias, pero habrá un uso generalizado. Se planea que esto ocurra en la siguiente fase, dónde la quinta generación coexistirá con las demás, pero tomará la posición de líder. En última instancia se prevé que el uso de la tecnología anterior vaya decreciendo hasta quedar en un uso residual y dejar paso a las sucesivas actualizaciones que se vayan dando.

En el sector público, las instituciones gubernamentales estadounidenses incluyendo la *Federal Communications Commission (FCC)*, la *National Telecommunications and Information Administration (NTIA)*, el congreso y algunos estados están apoyando el progreso del 5G con iniciativas de impulso de la tecnología. Están llevando a cabo tareas de consulta sobre la asignación del espectro para maximizar el impacto de las inversiones de las teleoperadoras. La FCC junto con la NTIA han habilitado el uso de un mayor rango de frecuencias para incentivar las pujas que estas puedan hacer sobre las bandas. La regulación en la materia está siendo muy permisiva, adaptándose a los continuos cambios y tratando de no imponer trabas a su desarrollo. Entre las medidas tomadas encontramos la ampliación temporal de las licencias de uso, la habilitación de segregar las líneas de acceso en el mercado secundario y la eliminación de requisitos sobre registro de información. Todo ello encaminado a fomentar la inversión y hacer más atractiva la llegada temprana del 5G para las empresas.

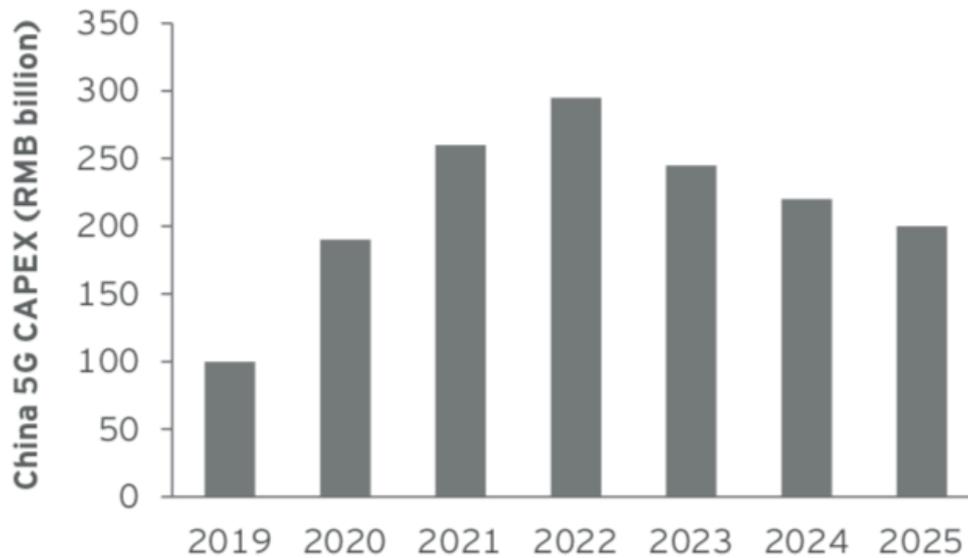
Pese a los esfuerzos de los americanos, estos no se encuentran solos. A lo largo de los últimos años ha surgido una gran amenaza como es el gigante asiático, China. Aunque tecnológicamente no llegaron a la altura de Estados Unidos con el 4G, estos están dispuestos a conquistar el 5G en primera posición. Por su dimensión y perspectivas de crecimiento, China también es un mercado dónde esta tecnología podría suponer un buen catalizador. Su interés por el 5G se remonta a sus inicios, ya que fueron los ministerios de desarrollo y ciencias chinos los que promovieron el IMT 2020, del que hablamos al comienzo de este trabajo, para estandarizar los requisitos de la quinta generación en cooperación con Europa, Estados Unidos, Japón y Corea del Sur. Junto a este, China ha realizado otros planes como su decimotercer *Five year Plan* o el *Made in China 2025*, en los que el desarrollo de la tecnología móvil ha sido un punto esencial (EY, 2018).

Tal y como hemos analizado a los jugadores americanos de mayor relevancia pasaremos a hablar de sus homólogos chinos. Las empresas de mayor volumen en este sector son las dedicadas al equipamiento de la infraestructura como Huawei y ZTE. La primera ha destinado en torno a 13,3 billones de dólares en el año 2017 a investigación y desarrollo lo que equivale a un 14,9 % de sus ventas anuales. El resultado de esta fuerte apuesta por la inversión ha sido la generación de un gran número de patentes sobre las que Huawei espera sacar rentabilidad en un futuro cercano. Sin embargo, el éxito de estas dos entidades se ha visto oscurecido por los rumores relativos a los riesgos de seguridad nacional que puedan tener sus dispositivos. La alarma la dio Estados Unidos debido a la estructura opaca de accionistas y la estrecha relación que se presume entre las empresas y el ejército chino. Hasta ahora, sólo Australia se ha unido al veto establecido por el gobierno estadounidense a los productos manufacturados por las compañías chinas ya que se sigue sin saber el riesgo real. Tras las pruebas realizadas por el centro de *national cyber security* de Reino Unido, estos afirman que continuarán trabajando con las marcas chinas, por lo que la alerta podría ser otra estrategia en la guerra comercial existente entre ambos países. Por su parte Huawei se ha defendido alegando que en todo caso la tecnología 5G es más segura que las redes anteriores y que los datos extraídos de los usuarios mantendrán su carácter anónimo (Eurasia Group, 2018).

La presencia del sector público en el mercado chino es mayor que en el resto de los países mencionados debido a su modelo económico. Esto es lo que lleva a que sea el gobierno chino el que controle los tres teleoperadores del país China Mobile, China Telecom y China Unicom, guiándolos hacia el lanzamiento del 5G en diversas ciudades, incluyendo Beijing y Shanghái. Respecto a la regulación el gobierno está permitiendo utilizar los espectros de radio frecuencias sin necesidad de una negociación previa con la administración de cada ciudad tal y como se requiere en el resto de los países. La actuación conjunta de las empresas y el gobierno lleva a una ventaja competitiva significativa ya que se agiliza la toma de medidas. Los proyectos impulsados por el gobierno chino de los que hemos hablado anteriormente, como el *Made in China 2025*, fijan el programa y los objetivos que se pretenden lograr dando un entorno más estable a las empresas sobre el que trabajar. De acuerdo con los estudios realizados por la *China Academy of Information and Communications Technology*, el mercado del 5G representará el 3,2 % del producto interior bruto del gigante asiático, unos 166 billones de dólares para 2025. La implicación en el desarrollo del 5G por parte de China es plena

actualmente, pero se pronostica que a partir de 2022 baje paulatinamente el gasto de inversiones en bienes de capital como resultado del abaratamiento de la tecnología y la menor necesidad de innovar (EY, 2018).

Figura 8: Pronóstico de inversión en capital en China



Fuente: EY (2018) China is poised to win the 5G race.

Con el objetivo de poner en perspectiva todo lo tratado, realizaremos el estudio comparativo de algunos datos relevantes respecto a la carrera por el 5G. Debemos, sin embargo, tener en cuenta que nos encontramos en un momento de cambio constante dónde los datos se van actualizando continuamente y es complejo reflejar con exactitud la realidad.

Primeramente, compararemos el número de emplazamientos o sites 5G instalados por cada país. Atendiendo a los últimos datos, en Estados Unidos hay 4,7 emplazamientos 5G por cada 10,000 habitantes (0,4 por cada diez millas cuadradas) frente a 14,1 emplazamientos (5,3 por cada diez millas cuadradas) en China. Las diferencias son significativas a favor del país asiático y más teniendo en cuenta su mayor población y extensión territorial. La razón podría residir, atendiendo a las estimaciones, a un menor coste del equipamiento de este último, los datos sugieren que Estados Unidos tendría que desembolsar 2,67 veces más recursos para generar unas capacidades inalámbricas equivalentes (Deloitte, 2018). Otro dato interesante para analizar son las empresas con más familias de patentes relacionadas con la tecnología 5G. La lista cuenta en las primeras

cinco posiciones con Samsung, Huawei, Ericsson, ZTE y Qualcomm en orden decreciente. En cuanto a las empresas chinas, Huawei ostenta 986 familias de patentes mientras que ZTE es propietaria de 796, por otro lado, la única empresa estadounidense de la lista, Qualcomm, se queda algo detrás con 737 (Statista, 2018). Es destacable que este indicador no puede tomarse como un referente absoluto ya que el valor de las patentes no está en la cantidad sino en la calidad. Sin embargo, si podemos extraer en términos globales que China ya no se sitúa a la cola como un fabricante que imita las innovaciones de otros países, sino que toma una posición predominante.

En este apartado hemos podido comprobar como hay un gran interés tanto social como económico por implantar el 5G. Más allá de los datos de inversión y políticas adoptadas existen otros factores que determinarán al verdadero ganador de esta carrera. Será necesaria una estrategia de marketing que de visibilidad e incentive el uso del 5G y que a través de este se lleguen a propuestas empresariales creativas que mejoren el entorno en el que vivimos. Es por ello esencial que el primero en implantarla tenga en cuenta también estos factores y promueva su conciliación para desbloquear su pleno potencial.

#### **4.2. Las partes en la secuencia del 5G**

Hasta ahora hemos visto de dónde viene el 5G, las aplicaciones que este tendrá y las organizaciones implicadas en su desarrollo. Todos estos aspectos han mostrado como en ultima instancia la llegada de una nueva tecnología supone una creación de valor, sin embargo, aún desconocemos quiénes serán los beneficiados. Realizando una división de las partes en tres grandes grupos encontramos a las empresas de telecomunicaciones, las empresas tecnológicas y los usuarios. El primer grupo conforma todas aquellas compañías que destinan sus actividades al sector de las redes incluyendo las teleoperadoras y los fabricantes de la infraestructura que da soporte al sistema. Aquellos que se encargan de proveer el marco en el que se habilita la comunicación inalámbrica como pueden ser Ericsson, ZTE, Vodafone y AT&T. El segundo grupo engloba a las empresas que aprovechan dicho marco para realizar su actividad, son las actividades o servicios que derivan de esta tecnología entre los que encontramos a Google, Apple, Amazon y Facebook. El tercer grupo se refiere a los usuarios, representando a la sociedad en su conjunto. Una vez definidas las partes, veremos los aspectos positivos y negativos que el 5G pueda traer para cada uno de ellos.

- Empresas de telecomunicaciones

A lo largo del trabajo hemos mencionado en diversas ocasiones la importancia de estas ya que son las que han dado lugar a la creación de este espacio de las redes. Su papel es importante en la creación de valor de la cadena al ser las encargadas de orquestar los cambios, sin embargo, no capturan todo el valor. Estas entidades asumen los costes de investigación, desarrollo y puesta en marcha de la tecnología guiando por tanto el rumbo hacia el que tienden las innovaciones. Salvando las diferencias y particularidades de cada territorio podemos decir que se trata de un mercado muy complejo por la competencia existente y el dinamismo que requiere. En el mundo tecnológico se está en constante evolución ya que en caso de no adaptarte puedes quedarte fuera de juego en poco tiempo. Aunque es un sector que consigue buenos resultados económicos y que tiene perspectivas de seguir creciendo, afronta también una serie de dificultades. En primer lugar, como hemos dicho, se trata de un mercado competitivo en el que coexisten numerosos participantes en cada país. Una fuerte competición rebaja los márgenes a mínimos y obliga a estar siempre pendiente a los movimientos estratégicos de las demás empresas. En segundo lugar, la diferenciación es muy difícil ya que el producto, siendo en este caso la prestación de un servicio de datos, no ofrece la posibilidad de incluir características únicas. Es verdad que cada compañía puede ofrecer más velocidad o cobertura, pero a efectos de la percepción del consumidor el cambio es imperceptible. En tercer lugar, asumen un riesgo elevado al invertir en el despliegue de la infraestructura que supone implantar un nuevo sistema bajo una frecuencia distinta. Como hemos hablado, el uso de una frecuencia más alta tiene como punto positivo la mayor capacidad, pero como negativo perdemos alcance (Lopa y Vora, 2015). Esto es resuelto con la instalación de un mayor número de repetidores que suponen a su vez un mayor coste. En último lugar, se le deben sumar otras barreras como las regulatorias, que serán distintas en cada país y las físicas ya que habrá lugares en los que no sea posible instalar el número necesario de antenas para ofrecer el servicio.

En computo general, podemos decir que no se encuentran en la posición más favorable debido a la suma de los altos gastos y riesgos mientras que los beneficios obtenidos son reducidos. Consideramos reducidos los beneficios en comparación a otras partes del análisis y no en términos monetarios como el reflejado por el resultado del ejercicio. Esta percepción de un valor reducido es lo que ha motivado a las empresas pertenecientes a este grupo a evolucionar y abrir nuevas ramas de negocio en la agrupación de empresas

tecnológicas. Se está dando la convergencia de las teleoperadoras con los productores de medios ya sea a través de la televisión o de medios *streaming* y *on-line*. En España se ha dado un claro ejemplo de esto con el desplazamiento de la antigua Telefónica hacia los medios de comunicación. A partir de esta decisión estratégica nace la cadena de entretenimiento Movistar + que ofrece contenido a través de la televisión de pago. Casos similares a este se están dando en Estados Unidos por parte de AT&T y Verizon ya que se está viendo que se trata de líneas de negocio dónde se ofrecen mayores oportunidades (GSMA, 2019).

Figura 9: Tres razones por las que las operadoras entran el mercado del contenido



Fuente: GSMA (2019) The Mobile Economy

- Empresas tecnológicas

Este segundo grupo podría ser muy amplio al recoger aquellas compañías que se benefician del soporte de red inalámbrico ya que actualmente, todas las empresas se apoyan en internet y los usuarios pueden acceder a ellas desde cualquier lugar. Sin embargo, nos centraremos en aquellas que desarrollan su actividad con una profunda dependencia a las redes. Estas serían las productoras de dispositivos móviles (Apple, Samsung, Xiaomi), los *e-commerce* (Amazon, Aliexpress, Ebay) y los prestadores de servicios digitales (Google, Facebook, Netflix). Todas las empresas mencionadas se benefician de la existencia de la tecnología de las telecomunicaciones, incluso podríamos decir que no existirían si no fuese por ellas, pero no asumen un gasto por hacer uso de ese privilegio. Consecuentemente su riesgo dentro de este aspecto es mínimo ya que se limitan a ajustar sus productos a los requerimientos establecidos por las empresas de telecomunicaciones. En la cadena de valor absorben gran parte de los beneficios económicos al tener normalmente posiciones preferentes en su nicho. Una clara manifestación de ello es como la demanda en el mercado está dispuesta a pagar por

encima de los mil euros por un dispositivo móvil. Aquí debemos destacar el caso del iPhone X, primer terminal en ser vendido con un precio superior a mil euros lo que supone una fuerte barrera psicológica para el consumidor. Pese a ello, más de 345 millones de unidades fueron vendidas en el primer cuarto de 2018 y se situó como el *smartphone* más vendido y con mayor cuota de mercado, un 4,6 %. (Strategy Analytics, 2018).

Al tratarse de un área con un gran potencial en la que es posible realizar cualquier tipo de actividad económica es lo que está moviendo la inversión en esta dirección. El hecho de poder crear prácticamente cualquier herramienta de utilidad a través de software y aplicaciones móviles aporta un gran valor. Además, no encuentran limitación ya que se pueden desarrollar tantas *apps* como se quiera. Este problema si que lo afrontan las teleoperadoras por la imposibilidad de instalar un mayor número de antenas en el eventual supuesto de que se cubran todos los puntos. La amplitud de aplicaciones y su diversificación ofrece infinitas posibilidades y análogamente infinito valor. En este grupo se incluirían las aplicaciones tratadas en el tercer apartado como son la economía digital, el IoT y las *Smart Cities*. Como pudimos comprobar los efectos que generan estos fenómenos pueden ser increíblemente beneficiosos para los usuarios.

- Usuarios

Los usuarios, o la sociedad en su conjunto, son en última instancia los grandes beneficiados por la innovación experimentada en este sector. La tecnología y más específicamente los dispositivos móviles pueden aportar un gran valor en una infinidad de campos. Se podría decir que el consumidor se encuentra en una época dorada en la que puede acceder a infinidad de contenidos de manera sencilla. Un paso muy importante ha sido la democratización de la tecnología. El descenso en precio de los dispositivos y los planes de datos hacen económicamente accesibles los servicios de telecomunicación a gran parte de la población. En este aspecto es destacable como la mayoría de los habitantes de los países en vías de desarrollo tienen acceso a la red. Además, la ubicuidad del servicio ofrece incontables facilidades a la hora de realizar tareas y también mejora la calidad de vida de las personas. En adición a esto, debido al alto número de competidores y la regulación de los estados el usuario se encuentra en una posición ventajosa en la que goza de protección. Los usuarios se benefician de la competencia porque las compañías intentan ofrecer mejores servicios a precios reducidos y la regulación evita posibles abusos en situaciones monopolísticas. Este gran aprovechamiento de las herramientas

tecnológicas por parte de la sociedad ayuda al desarrollo de nuevas iniciativas y proyectos a partir de las mismas que fomentan el bienestar general.

El único efecto negativo destacable que podrían sufrir los consumidores y usuarios podría ser la vulneración de la privacidad. Últimamente ha aumentado la preocupación respecto al uso de datos personales por parte de las empresas con el fin de lucrarse. Al emplear una tecnología en la que el intercambio de información es recíproco, el usuario tiene la posibilidad de aportar *feedback*, incluso sin darse cuenta. Por ello se debe ser cuidadoso en el uso de estas prácticas, informando sobre los datos que van a ser recogidos y pidiendo el consentimiento expreso del individuo. Las implicaciones de esta problemática son extensas y requerirían un estudio a parte para su correcto análisis.

## 5. Conclusiones

Las tecnologías de la información y comunicación han demostrado tener un impacto positivo sobre el crecimiento económico tal y como hemos apreciado a lo largo de este trabajo. Producen un efecto multiplicador que intensifica un pequeño crecimiento económico en cualquier ámbito. Las ventajas de estas tecnologías afectan a las empresas tanto directa como indirectamente. Su implantación supone un ahorro en tiempo y recursos por la optimización de las operaciones y un aumento en la productividad al facilitar la comunicación e intercambio de información. Indirectamente promueven la creación de un espacio abierto en el que se intercambian ideas con mayor fluidez dando lugar a un entorno más productivo. Un descubrimiento en Japón puede ser conocido en España en cuestión de segundos con el envío de un mail, tras pulsar una tecla. Como este, millones de datos son almacenados y puestos a disposición de individuos, empresas y gobiernos que pueden acceder a ellos desde cualquier punto del planeta. La ubicuidad de internet ya era una realidad, pero con la llegada del 5G pasará a otro nivel.

Fenómenos como el *IoT* o las *Smart cities* alterarán nuestro día a día, nos harán las cosas más fáciles y ayudarán a promover el bienestar social. Tener la posibilidad de monitorizar nuestro entorno de manera continua y que se realicen las correcciones adecuadas automáticamente cubre numerosas necesidades que antes no eran sencillas de satisfacer. Las aplicaciones son infinitas, hemos repasado algunas de ellas y se esperan con gran entusiasmo, pero muchas otras están aún por venir. Esto ha provocado que el conjunto de entidades que conforman el mercado vean un gran potencial en el futuro y apuesten fuertemente por la investigación y desarrollo del área. Las previsiones positivas y el cumplimiento de estas a lo largo del tiempo han alimentado el motor de la innovación en las telecomunicaciones. Nos encontramos ante un sector frenético y cambiante que es capaz de adaptarse a las nuevas necesidades casi de forma automática. Este camino ha llevado a la realización de sucesos que antes parecían inimaginables y no parece que vaya a frenarse en el futuro cercano. Jugadores como China o Estados Unidos tienen como objetivo prioritario la implementación de esta nueva generación de redes de banda ancha ya que son conocedores de sus efectos económicos expansivos. Acabar primeros en la carrera es vital para situarse como referente a nivel mundial en avances tecnológicos, un ámbito que cobra más peso cada año.

Pero más allá de las grandes potencias mundiales, la evolución de las redes también trae aspectos positivos para las economías en vías de desarrollo. Su progreso ha llevado consigo su abaratamiento, haciéndolas accesibles a la gran mayoría de la población que no ha desaprovechado la oportunidad. Todo ello justifica la notoria expansión que ha tenido a lo largo de las últimas décadas, manteniendo su crecimiento incluso en los peores momentos de la crisis económica. Además, pese a las previsiones de saturación en algunos sectores tecnológicos de los países desarrollados sigue habiendo un amplio margen en aquellos en vías de desarrollo. Este fenómeno puede disminuir la brecha digital y facilitar a su vez la reducción de la brecha económica que se espera que contribuya a minimizar las desigualdades. Eso si, las tendencias propias del mercado deben ser acompañadas con planes de seguimiento por parte de los gobiernos para realizar un pleno aprovechamiento de lo que la innovación nos puede ofrecer y minimizar los aspectos negativos que puedan aparecer por una digitalización de la sociedad.

Como hemos destacado uno de los inconvenientes principales de estos avances es la privacidad. Afecta a nuestra identidad y las cuestiones relativas a la misma como nuestro sentido de pertenencia, nuestros patrones de consumo, el tiempo dedicado al trabajo y el desarrollo de nuestra persona tanto en el ámbito psíquico como físico. Sin embargo, la monitorización e intercambio de información sobre cada individuo es una parte crucial de la nueva conectividad y es un factor que no podrá ser dejado de lado si se quiere realmente sacar partido de ella. Será necesario establecer políticas que regulen equitativamente este aspecto y permitan el crecimiento mientras se respetan los derechos de los individuos.

Ni la tecnología ni la disrupción que pueda venir con ella se escapan del control de los humanos. Todos somos responsables de encaminar su evolución a través de las decisiones diarias que toman los ciudadanos, consumidores e inversores. Debemos por ello aprovechar la oportunidad y poder del que disponemos para moldear la cuarta revolución industrial y dirigirla hacia un futuro de progreso y desarrollo. Para hacer esto, en un mundo cada vez más conectado, se necesitará crear una visión global compartida de cómo la tecnología afecta a nuestras vidas y cómo configura la economía, la sociedad, la cultura y nuestro entorno. Es posible que nunca nos hayamos enfrentado a un fenómeno tan prometedor, con tanto por ofrecer.

## 6. Bibliografía

- Eurasia Group (2018). The Geopolitics of 5G. Recuperado de [https://www.eurasiagroup.net/siteFiles/Media/files/1811-14%205G%20special%20report%20public\(1\).pdf](https://www.eurasiagroup.net/siteFiles/Media/files/1811-14%205G%20special%20report%20public(1).pdf)
- Deloitte (2018). 5G: The chance to lead for a decade. Recuperado de <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/technology-media-telecommunications/us-tmt-5g-deployment-imperative.pdf>
- EY (2018). China is poised to win the 5G race. Recuperado de [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-china-is-poised-to-win-the-5g-race-en/\\$FILE/ey-china-is-poised-to-win-the-5g-race-en.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-china-is-poised-to-win-the-5g-race-en/$FILE/ey-china-is-poised-to-win-the-5g-race-en.pdf)
- García, J. (2019) Propuesta de TFG. Metodología de la Investigación. Universidad Pontificia Comillas ICADE.
- Ganuzo, J., y Vicens, F. (2014). Las subastas del espectro radioelectrónico en España. *Revista Economía Industrial*, 393, 15-24.
- Gascó-Hernandez, M. (2018). Building a Smart City: Lessons from Barcelona. *Association for Computing Machinery*, 61 (4), 50-57.
- Godfrey, J., Bernard, C., y Miller, N. (2016). State of the App Economy. *The App Association*. 4<sup>th</sup> Edition.
- Google (2016) How People Use Their Devices. *New Google Data*.
- Gozalvez, J. (2010) First commercial LTE Network. *IEEE Vehicular Technology Magazine*, 5 (2), 8-16.
- GSMA (2014). The Mobile Economy 2014. *GSMA Intelligence*. Recuperado de <https://www.gsmaintelligence.com/research/?file=bb688b369d64cfd5b4e05a1ccfcbb48&download>
- GSMA (2018). The Mobile Economy 2018. *GSMA Intelligence*. Recuperado de <https://www.gsmaintelligence.com/research/?file=061ad2d2417d6ed1ab002da0dbc9ce22&download>
- GSMA (2019). The Mobile Economy 2019. *GSMA Intelligence*. Recuperado de <https://www.gsmaintelligence.com/research/2019/02/the-mobile-economy-2019/731/>
- Gundall, M., Schneider, J., Schotten, H., y Aleksy, M. (2018). 5G as Enabler for Industrie 4.0 Use Cases: Challenges and Concepts. IEEE 23rd International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation.
- Tschofenig, H., Arkko, J., Thaler, D., y McPherson, D. (2015). Architectural Considerations in Smart Object Networking. *Internet Architecture Board*. Recuperado de <https://tools.ietf.org/html/rfc7452>
- Turban, E., King, D., Lee, J., y Turban, D. (2015) Electronic Commerce – A managerial and social networks perspective. *Springer*, 8.
- IESE Business School (2018). Índice IESE Cities in Motion. Quinta Edición. Recuperado de [https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0471.pdf?\\_ga=2.61968044.1849212099.1552046704-1685019273.1552046704](https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0471.pdf?_ga=2.61968044.1849212099.1552046704-1685019273.1552046704)

Internet Society (2015). The Internet of Things: An Overview. Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World. Recuperado de <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/08/ISOC-IoT-Overview-20151221-en.pdf>

Iplytics GmbH (2018) Who is leading the 5G patent race? Recuperado de <https://www.iblytics.com/report/who-is-leading-the-5g-patent-race/>

ITU (2018). Measuring the Information Society Report 2018. Recuperado de <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/misr2018.aspx>

ITU and UNCTAD (2007) World Information Society Report. Recuperado de [https://www.itu.int/osg/spu/publications/worldinformationsociety/2007/WISR07\\_full-free.pdf](https://www.itu.int/osg/spu/publications/worldinformationsociety/2007/WISR07_full-free.pdf)

Johnson, B., Manyika, J., and Yee, L. (2005). The next revolution in interactions. *The McKinsey Quarterly*, 4, 21-33.

Lopa, M. y Vora, J. (2015). Evolution of Mobile Generation Technology: 1G to 5G and review of upcoming wireless technology 5G. *International Journal of Modern Trends in Engineering and Research (IJMTER)*, 2 (10), 281-289.

Mardikyan, S., Beşiroğlu, B., y Uzmaya, G. (2012) Behavioral Intention towards the use of 3G Technology. *International Business Information Management Association (IBIMA)*, 12 (6), 1-10.

OVUM (2008) The Increasingly Important Impact of Wireless Broadband Technology and Services on the U.S. Economy. *The Wireless Association*.

Patil, S., Patil, V., y Bhat, P. (2012). A Review on 5G Technology. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, 1 (1), 26-30.

Rodríguez, C. (2012). Análisis de la propuesta de evolución de redes 3G y su convergencia a la tecnología 4G para redes de telefonía móvil. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Perú.

Rosen, L., Carrier, L., Miller, A., Rokkum, J., y Abraham, R. (2015). Sleeping with technology: cognitive, affective, and technology usage predictors of sleep problems among college students. *Sleep Health*, 2 (1), 49-56.

SAP (2018). ¿Qué es el Internet de las Cosas (IoT)? Recuperado de <https://www.sap.com/spain/trends/internet-of-things.html>

Sharma, P. (2013). Evolution of Mobile Wireless Communication Networks-1G to 5G as well as Future Prospective of Next Generation Communication Network. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 2 (8), 47-53.

Signals and Systems Telecom (2015). The 5G Wireless Ecosystem: 2015 - 2025. Technologies, Applications, Verticals, Strategies & Forecasts. *Market Research Report*, 11 (5), 1-101.

Solvetic (2017). Qué es la tecnología 5G y cuales son sus características. Recuperado de <https://www.solvetic.com/page/recopilaciones/s/internet/que-es-tecnologia-5g-caracteristicas>

Stratfor (2018). The U.S., China and Others Race to Develop 5G Mobile Networks. Recuperado de <https://worldview.stratfor.com/article/us-china-and-others-race-develop-5g-mobile-networks>

Strategy Analytics (2018). Apple iPhone X Becomes World's Best-Selling Smartphone Model in Q1 2018. Recuperado de <https://www.strategyanalytics.com/strategy-analytics/news/strategy-analytics-press-releases/2018/05/03/strategy-analytics-apple-iphone-x-becomes-world-s-best-selling-smartphone-model-in-q1-2018>

Weissiere, S., y Stendel, M. (2018). Hypernatural Monitoring: A Social Rehearsal Account of Smartphone Addiction. *Psychol*, 9 (141).

Wang, T., Li, G., Ding, J., Miao, O., Li, J., y Wang, Y. (2015). 5G Spectrum: Is China Ready? *IEEE Communications Magazine*, 53 (7), 58-65.

World Bank (2009) Information and Communications for Development 2009. Recuperado de <http://documents.worldbank.org/curated/en/645821468337815208/pdf/487910PUB0EPI1101Official0Use0Only1.pdf>

World Economic Forum (2016). The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. Recuperado de <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>

World Economic Forum (2019). Realizing the Internet of Things: A Framework for Collective Action. Recuperado de <https://www.weforum.org/whitepapers/realizing-the-internet-of-things-a-framework-for-collective-action>