

PROFUNDIZACIÓN EN LA INTRODUCCIÓN DE LAS REDES MÓVILES 5G



Por: MSc. Mayté Odette López Catalá, Especialista B en Telemática, CDNT, ETECSA, MSc. María del Carmen Guerra Martínez, Profesora Asistente, ISPJAE; Ing. Saúl Ramiro Izaquirre Leach, Especialista Principal, ETECSA. maytee.catala@etecsa.cu; mariagm@electrica.cujae.edu.cu; saul.izaquirre@etecsa.cu.

RESUMEN

El constante desarrollo actual de las tecnologías inalámbricas ha hecho necesario un estudio profundo de las mismas con el fin de lograr un agrupamiento de la información para una posterior consulta de estas. En este artículo se realiza una profundización a la introducción de las redes móviles 5G, y una comparación entre la implementación de estas y las redes móviles 4G con el objetivo de tener bien diferenciada la mejora que producen las redes móviles 5G para su posible utilización.

Palabras clave: ETECSA, Internet, Informatización de la Sociedad, Inalámbricas, Redes Móviles 5G, Tecnología 4G.

ABSTRACT

The constant current development of wireless technologies has required an in-depth study of them in order to gather information to be reviewed later. In this article, the authors carries out an in-depth research on the deployment of the 5G mobile networks and a comparison between the 4G mobile networks in relation to the implementation of the 5G mobile networks in order to have well differentiated the improvement produced by the latter for a possible implementation

Keywords: ETECSA, Internet, computerization of society, wireless, 5G mobile networks, 4G technology.

Introducción

Desde hace varios años se está produciendo una revolución acelerada en cuanto al uso de las Tecnologías de la Información, dicho proceso puede llegar a tener una importancia similar a la que tuvo la llegada de la Internet a una gran cantidad de usuarios. Dentro de todo este vertiginoso proceso, dos de los más relevantes avances son, sin duda, el rápido desarrollo de la informática portátil y la importante implantación de los sistemas de comunicaciones móviles. La conjunción de ambos factores permite a los usuarios acceder a una red en cualquier momento y lugar aun cuando se encuentren en movimiento. De una forma callada, en ese desarrollo las redes inalámbricas se están introduciendo en el mercado de consumo gracias a unos precios populares y a un conjunto de especialistas que han visto las enormes posibilidades de esta tecnología. Los métodos que son necesarios para llevar a cabo estos sistemas hoy constan de un precio mínimo o al menos muy asequible y su existencia mañana solo dependerá de las estrategias comerciales de las empresas.

El constante incremento acelerado en el sector de las comunicaciones inalámbricas por banda ancha móvil a la 5G está impulsado por la creciente demanda de capacidad, las

mejores velocidades de transmisión (*throughput*) y , en otros casos, por el acceso inalámbrico donde se conectarán de manera transparente a los ojos del usuario. En todo este proceso de mejoramiento el Sector de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de las Telecomunicaciones (ITU-R), de conjunto con otras partes interesadas, fundamentalmente la industria móvil mundial han definido el proceso y los tiempos de entrega para la próxima generación de los sistemas IMT denominada IMT-2020, para así mejorar la visión futura de las comunicaciones inalámbricas por banda ancha móvil, y lograr llegar a una sociedad conectada donde los servicios 5G requieran acceso al espectro en una serie de bandas que den soporte a la multiplicidad de casos de uso, incluso a la necesidad de mejorar la calidad de servicio ofrecida y adaptarse a canales mucho más amplios que los utilizados hoy.

Descripción de la evolución en las redes móviles

Desde sus inicios las comunicaciones inalámbricas han sufrido un tránsito sustancioso desde la 1G hasta la 4G, las mismas han evolucionado como se muestran en la figura 1.

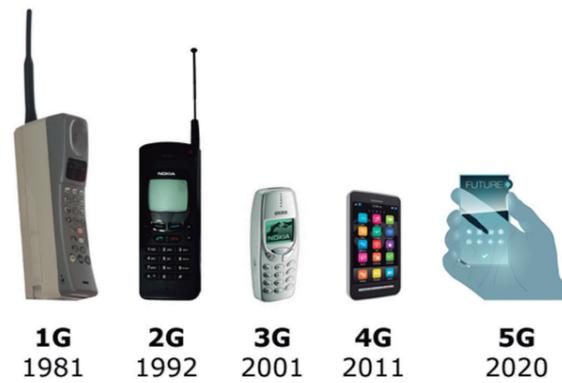


Figura 1. Tránsito de 1G hacia 5G. Fuente: [4]

La 1G (El principio) en 1970 fue un nuevo estándar de conectividad que llegó al mundo. Su uso fue lo que le dio vida a los primeros celulares y permitió realizar llamadas sin tener un cable de por medio. El nombre común que llevaba esta tecnología era ‘celular’ ya que la señal transmitida se dividía en unas celdas hexagonales que se podían reutilizar de manera dinámica según fuera el caso, la misma solamente permitía la realización de llamadas telefónicas y transferencia de datos, lo cual introdujo los teléfonos celulares basados en las redes móviles con el empleo de múltiples estaciones de base relativamente cercanas unas de otras y protocolos para el “traspaso” entre las celdas cuando el teléfono se movía. La tecnología predominante de esta generación era AMPS —Advanced Mobile Phone System— desarrollada principalmente por Bell, donde la información con la voz era transmitida en forma de frecuencia modulada al proveedor de servicio, un canal de control era usado en forma simultánea para habilitar el traspaso a otro canal de comunicación de serlo necesario. [2]

La 2G (La segunda iteración) comienza a principios de los noventa, donde hubo un crecimiento de las tecnologías y la rápida penetración de estos dispositivos en el mundo generó que las redes móviles no aprovecharan todo el potencial que los dispositivos creados a su alrededor, por lo que se empezó a usar una tecnología que se desarrolló en los ochenta: el estándar GSM que permitió la transferencia de datos a una velocidad mayor y que entraron en juego capacidades como el correo de voz y los mensajes de texto. Con esta tecnología llegaron las notificaciones vía internet, la navegación en portales más completos abriendo la puerta para la tecnología 2.5G la cual llegó en la década de los 90 con sistemas como GSM más relevante ya que fue el estándar europeo de telefonía móvil digital. Se caracterizó por circuitos digitales de datos conmutados por circuito y la introducción de la telefonía rápida y avanzada a las redes. Usó a su vez el acceso múltiple de tiempo dividido (TDMA) para permitir que hasta ocho usuarios

utilizaran los canales separados por 200Mhz y los sistemas básicos usaran frecuencias de banda de 900Mhz. Mientras otros de 1800 y 1900Mhz, que utilizaran nuevas bandas de 850Mhz, fueron agregadas en forma posterior, así como el rango de frecuencia utilizado por los Sistemas 2G coincidió con algunas de las bandas utilizadas por los sistemas 1G (como a 900Hz en Europa) desplazándolos rápidamente. [2]

La 3G (La que cambió el juego). Ante su inminente llegada la idea de ver videos o sostener un videoconferencia a través de un teléfono móvil era algo reservado para la ciencia ficción, aunque ya los primeros *smartphones* empezaron a surgir y se veía inevitable la idea de que en algún punto existirían redes de datos inalámbricas de alta velocidad. En el año 2003 el Reino Unido lanzó de manera oficial una nueva generación de las telecomunicaciones, se trataba de una versión de la conectividad EDGE permitiendo alcanzar velocidades de hasta 2 Mbps cientos de veces más de lo que la conectividad GSM había logrado.

La 4G (Ahora navegaremos en yate) de las comunicaciones móviles fue una evolución natural de las bases que ya había establecido la conectividad 3G y los últimos miembros de esta época como el HSPA+. La conectividad *Long-Term Evolution* se comercializa al público como 4G LTE y escala de forma considerable la potencia de transmisión que los estándares 3G ofrecen. El objetivo de este nuevo “estándar” es garantizar una calidad de servicio y el cumplimiento de los requisitos mínimos para la transmisión de mensajería multimedia, video chat, TV móvil o servicios de voz y datos en cualquier momento y lugar utilizando siempre el sistema que mejor servicio ofrezca. Esta generación pretende dar una velocidad de hasta 10Mbps para brindar servicios multimedia como transferencia de archivos de imágenes de gran tamaño y videos en tiempo real. [2]

La 5G (Lo que sigue es un cohete). Cuando miramos todos estos momentos históricos podemos darnos cuenta que cada nueva generación de tecnología dispara aún más la llegada de nuevos dispositivos y servicios según sus requerimientos de conexión. Las redes móviles 5G están a unos pocos años de distancia y aunque su implementación puede tardar, su llegada plantea nuevos escenarios en el uso de tecnologías móviles, en las comunicaciones inalámbricas. HUAWEI, por ejemplo, nos cuenta que en sus pruebas de 5G se ha alcanzado 1.000 veces más capacidad, que 4G podrá soportar hasta 1.000 millones de conexiones, tendrá latencia de 1mseg y una velocidad hasta 10Gpbs; lo cual permitirá cambiar por completo el panorama y la industria de los servicios en la nube como los del entretenimiento y la comunicación, así que solo nos resta estar listos para redefinir una vez más nuestra experiencia con la Internet.

Redes móviles 5G

En Telecomunicaciones 5G son las siglas utilizadas para referirse a la quinta generación de tecnologías de la Telefonía Móvil. Es la sucesora de la tecnología 4G donde actualmente se encuentra sin estandarizar y las empresas de telecomunicación están desarrollando sus prototipos. Está previsto que su uso común sea en 2020 aunque es de esperar un retraso en su despliegue, tal y como ha ocurrido en 4G. [1]

Las redes móviles 5G se asocian con el próximo paso de IMT, es decir, IMT-2020 para la cual se encuentra en marcha la planificación inicial en la UIT. Además, una serie de modificaciones adicionales al sistema integral también serán parte de la evolución a 5G, tanto en la Red de Acceso Radioeléctrico (RAN) como en la red central. Las redes móviles 5G es el término que se está aplicando en el mercado para denominar sistemas posteriores a IMT-Advanced (es decir, más allá de LTE-Advanced y WMAN-Advanced). [2]

Aunque el proceso de definición de las tecnologías que constituirán las redes móviles 5G aún no ha concluido, los motores para el desarrollo de la tecnología ya están bien comprendidos, el ITU-R identificó tres escenarios principales de uso para la 5G:

Banda Ancha Móvil optimizada.

Comunicaciones ultra confiables y de baja latencia.

Comunicaciones tipo máquina masiva.

En la figura se ilustran esos escenarios de uso y algunas aplicaciones asociadas que se explorarán.

Al igual que 3G y 4G, las redes móviles 5G son un conjunto de estándares lo que significa que será cualquier tecnología que cumpla con ciertos parámetros, y que ponen mucho énfasis en la velocidad de transferencia de datos. Por ejemplo, LTE es la tecnología más comúnmente asociada con la conectividad 4G, aunque algunos otros estándares como HSPA+ y WiMAX también fueron catalogados como 4G, ahora son considerados como precursores de la verdadera tecnología 4G las redes LTE. El consumo de datos ha crecido exponencialmente donde algunos de los desafíos más importantes de las redes móviles 5G será el poder balancear el consumo voraz de datos con los límites de las redes, la duración de la batería de los dispositivos móviles y el costo del servicio. [4]

Por lo antes expresado, se piensa que una de las grandes diferencias entre 4G y 5G sea la frecuencia que se empleará. En 4G lo más habitual es usar frecuencias bajas entre los 800Mhz y 2.6Ghz. En las pruebas realizadas de 5G se han utilizado bandas situadas entre los 26 y 38Ghz. Como objetivo para el año 2020 probablemente no empezará a llegar pero ya está en marcha, con las 4G todavía en despliegue, al menos en España los fabricantes de dispositivos

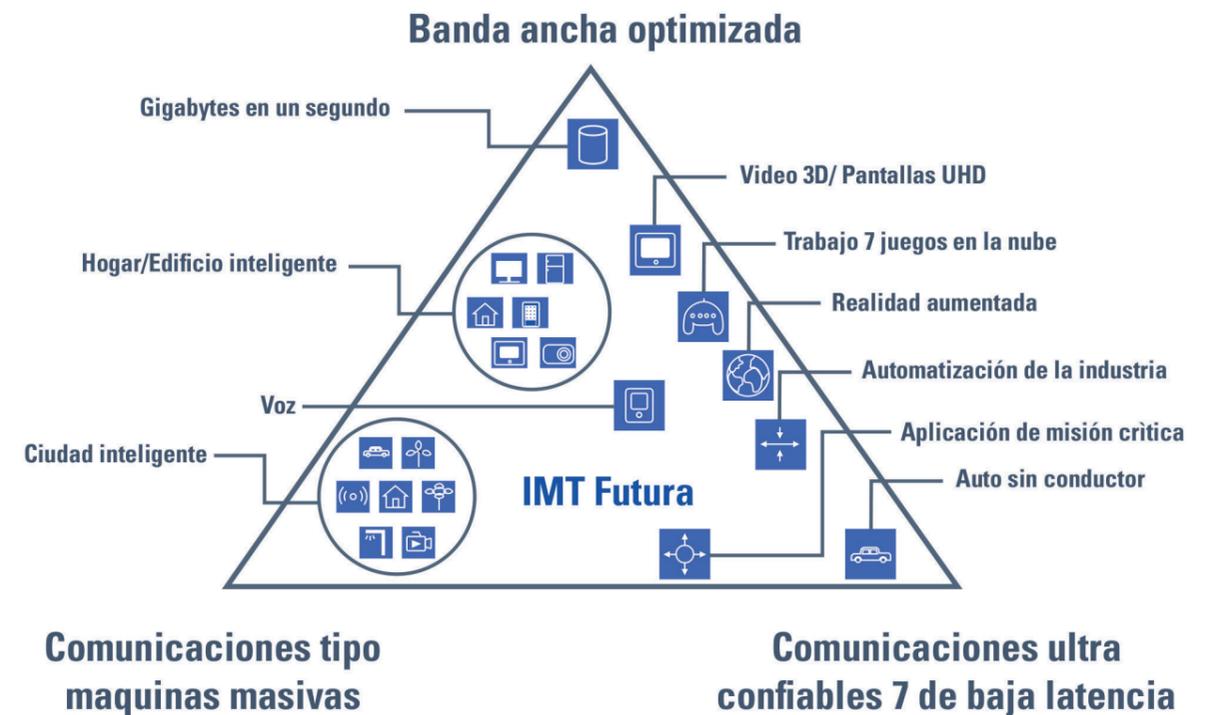


Figura 2. Escenarios de uso de IMT para el 2020 y años posteriores. Fuente: [2]

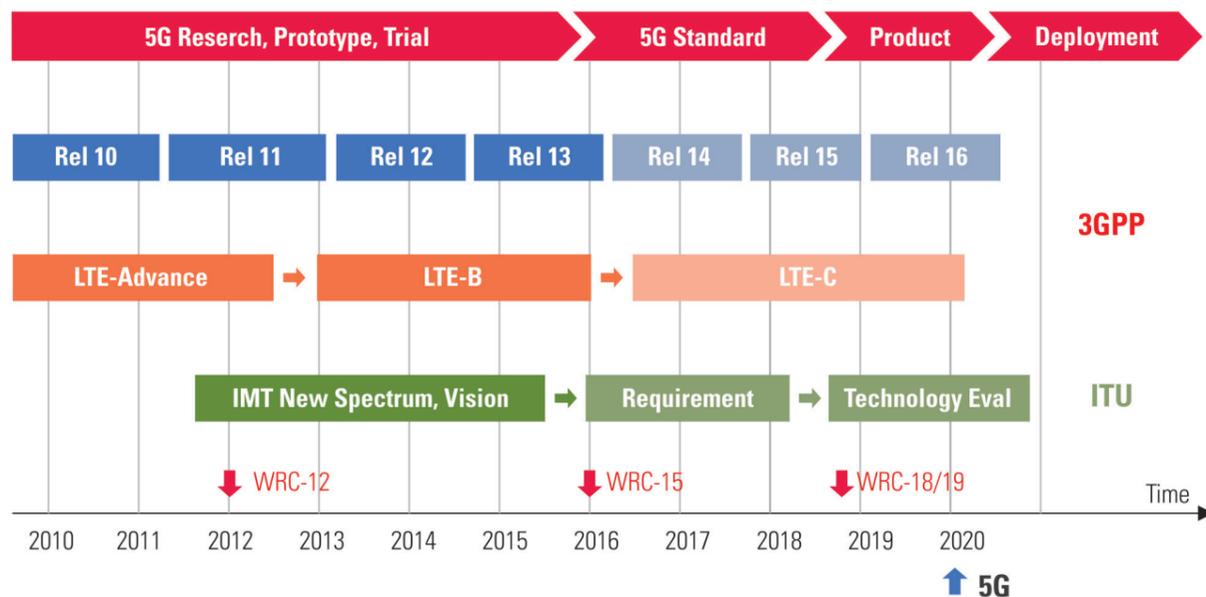


Figura 3. Despliegue de las Comunicaciones 5G hasta el 2020. Fuente: [3]

de redes ya han establecido un calendario para explotar las 5G, por ello hasta el 2017 es tiempo para las investigaciones, pruebas y prototipos dándose posteriormente dos años para la creación del estándar, otro año para el desarrollo de productos y finalmente su despliegue en 2020.

Empleo de las redes móviles 5G

El objetivo a lograr para toda nueva generación de red móvil es multiplicar la velocidad de la conexión, pero con la 5G hay más que eso. No se trata solo de ofrecer velocidades de vértigo sino de hacer que las conexiones ganen en

calidad, por un lado mejorando el número de terminales al que puede dar servicio cada antena simultáneamente, y por otro reduciendo la latencia.

Primeramente, definimos que cada generación nueva de red inalámbrica trae aparejados nuevos conjuntos de casos de uso, por ello 5G no va a ser la excepción y va a centrarse en el IoT y en las aplicaciones de comunicaciones críticas.

En la figura 5 se muestra un gráfico de GSMA donde se esquematizan varios casos de usos contra sus necesidades en cuanto a velocidades y tiempo de respuesta rápida (latencia).

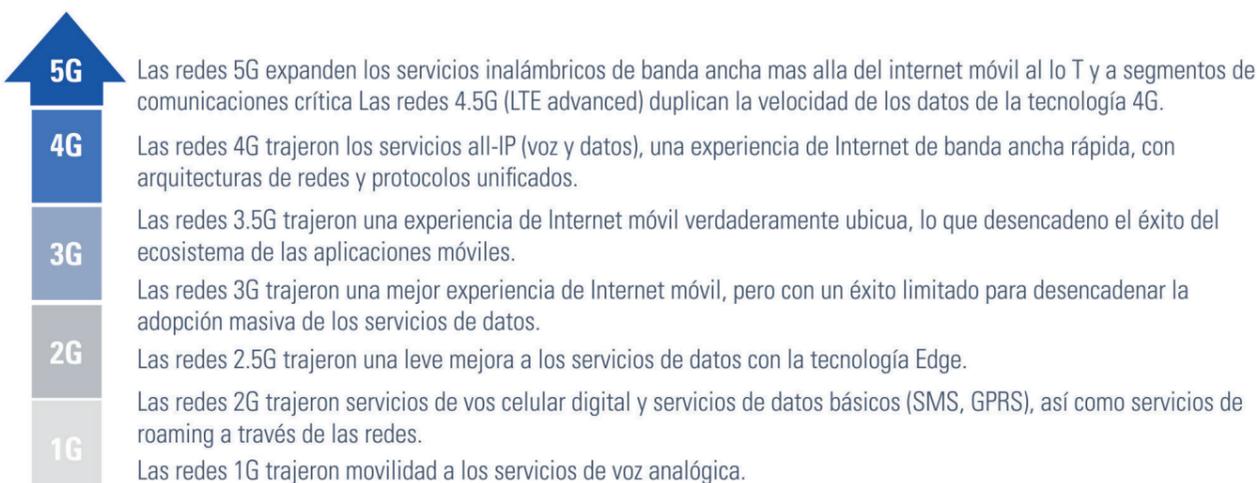


Figura 4. Uso de las Redes Móviles 5G. Fuente: [3]

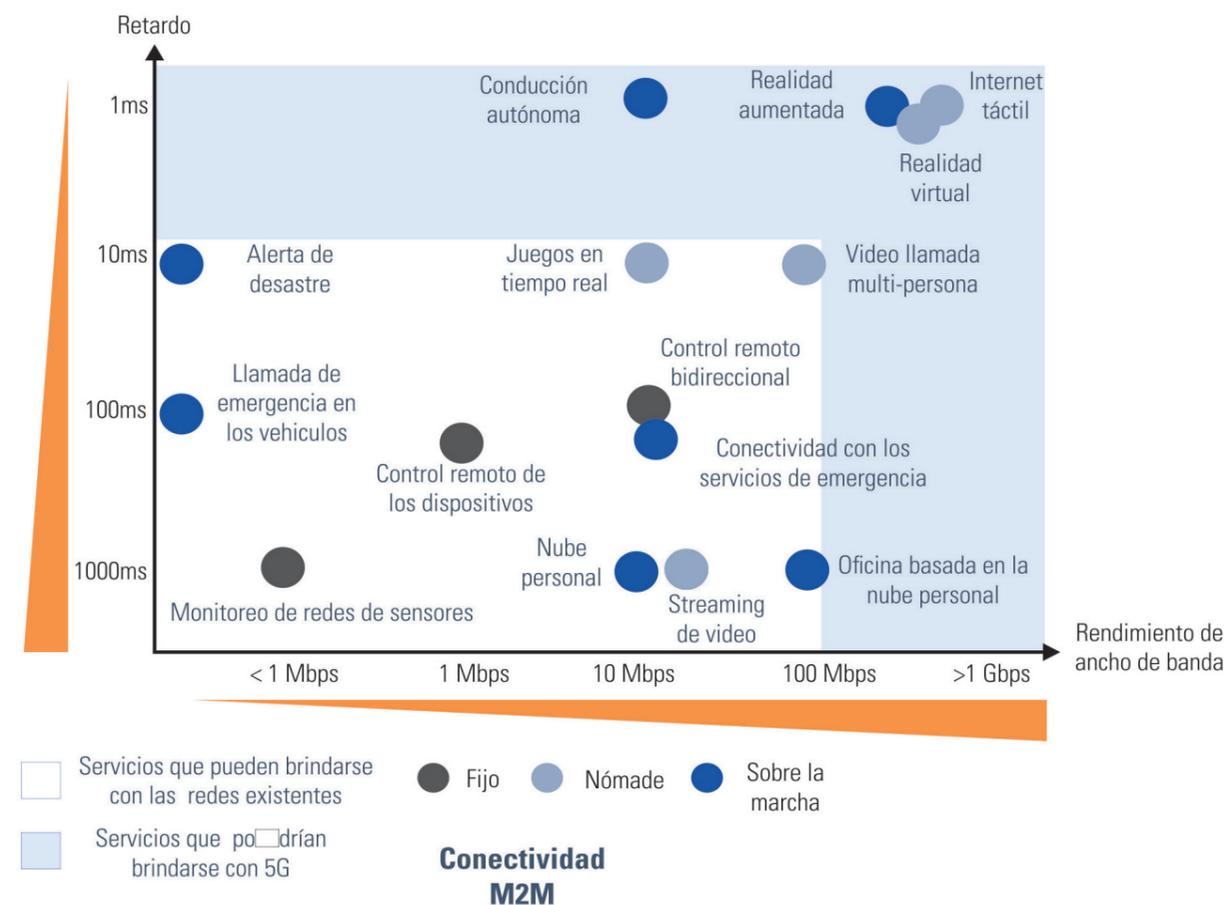


Figura 5. Uso de las Redes Móviles 5G en cuanto a velocidades vs tiempo de retardo. Fuente: [3]

Algunos requisitos para 5G son: llamar la atención para habilitar estas aplicaciones que tienen requerimientos técnicos específicos y que deben abordarse mediante el diseño adecuado de la interfaz o interfaces de radio 5G y el acceso a rangos de frecuencias apropiados, mientras que otras, como video de alta resolución, necesitarían velocidades de conexión ultra rápidas, así como un desempeño muy robusto y un rango de amplio alcance. Debemos señalar, que algunas de las aplicaciones serán soportadas por sistemas 4G evolucionados con el espectro existente, sin embargo, los sistemas 5G proveerán capacidades adicionales y como resultado de ello las consideraciones sobre el espectro requerido para 5G deben incluir a todas las aplicaciones previstas para las redes futuras.

Diferencias entre las redes móviles 4G vs 5G

La primera gran diferencia entre 4G y 5G es que actualmente es la frecuencia que se usa. Mientras en 4G lo más habitual es usar frecuencias bajas entre los 800Mhz y 2.6Ghz, en el caso de las pruebas de 5G que se han llevado

a cabo hasta ahora se han utilizado bandas situadas entre los 26 y 38Ghz. Pero, además de la velocidad, la **latencia** es uno de los puntos importantes en las futuras redes 5G, por ello se estaría creando una nueva tecnología capaz de **reducir hasta valores cercanos al milisegundo**, lo cual provocaría una mejora por ejemplo, en juegos *online* y además, a la hora de mantener videoconferencias, en las que tener el menor retardo posible es de vital importancia para una comunicación fluida que nos permita trabajar con personas que se encuentran lejos de nosotros. (Figura 6)

Los grandes retos de implantar una nueva tecnología nos llevaría a pensar mucho más de la velocidad y latencia. Lo primero de todo será que los países se pongan de acuerdo en cuales serán concretamente las bandas que se destinarán a la 5G, a fin de que dicho espacio del espectro se deje disponible, pero también para que puedan viajar sin preocuparnos de las bandas que usen en otros países, además el uso de frecuencias tan altas puede suponer un problema a la hora de que la señal penetre en edificios, problema que tendremos que ver cómo enfrentar.

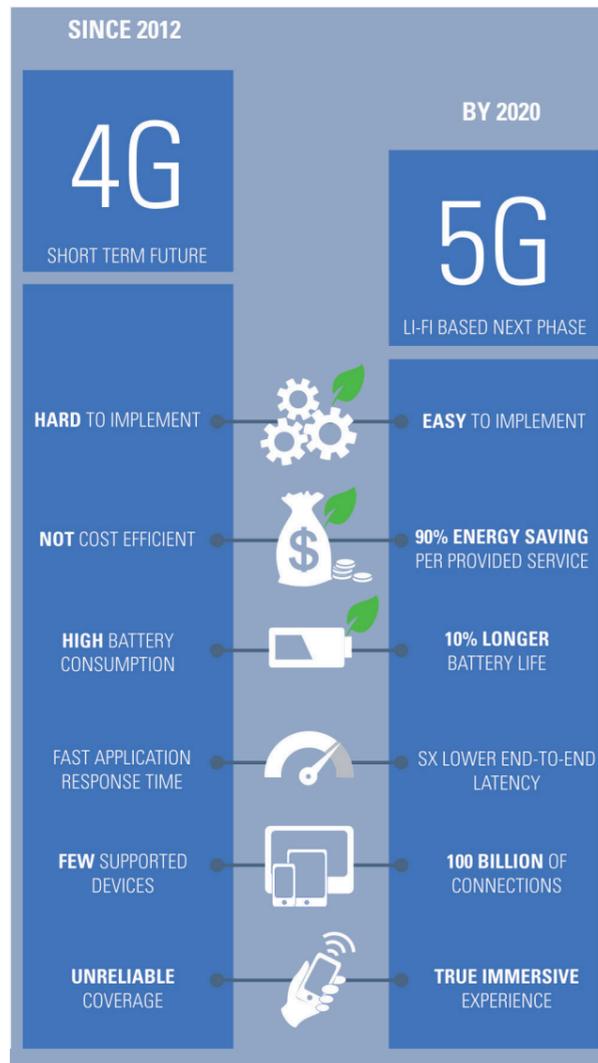


Figura 6. Diferencias entre 4G y 5G. Fuente: [3]

Características generales de las redes móviles y bandas de frecuencias [4]

Se prevé que las redes móviles 5G sean muy rápidas aunque la velocidad específica todavía está en fase de pruebas. Existen algunos consorcios sobre 5G que promueven una velocidad máxima de 10Gigabits/seg, algunos grupos como la Comisión Europea están orientados a la manera en que las redes móviles 5G permitirán a los dispositivos permanecer conectados en situaciones complicadas como un viaje en tren, así como en áreas densamente o escasamente pobladas. La tecnología 5G será una completa solución de acceso inalámbrico para el año 2020 y las principales características son las siguientes: [5]

Gran capacidad de transmisión: Es uno de los principales requerimientos, sin embargo, se precisa también analizar

los costos de acceso a esa gran cantidad de datos, no solo en el aspecto monetario sino también en costos de energía.

Bajos costos de transmisión de datos y energía: Las redes móviles 5G no solo deben mantener, sino reducir esos costes, ya que en cuanto a costos de energía deberán funcionar en dispositivos que requieran periodos considerablemente largos de tiempo sin necesidad de recarga.

Conectará una gran cantidad de dispositivos: Conectará no solo los teléfonos móviles sino también de sensores inalámbricos colocados en ropa, casas, etc. Se prevé que para entonces existirán millones de estos conectados a la red 5G.

Velocidades reales: Esta futura tecnología tendrá una velocidad de 10Gbps en determinados entornos, 100Mbps será la velocidad normal en zonas urbanas o suburbanas y la velocidad de 10Mbps en el resto de las partes será posible, incluyendo zonas rurales en países subdesarrollados.

Baja tasa de latencia: A menor tasa de latencia será mayor la velocidad de los datos, lo cual será posible debido a que se seguirán utilizando protocolos de Internet. Cuando se logre menor tasa de latencia se podrán encontrar muchas más aplicaciones para situaciones críticas como es seguridad y procesos industriales. Finalmente, se trabaja para mejorar la tasa existente actualmente en las redes móviles 4G.

Alta disponibilidad y fiabilidad: Garantizando esta característica se logra disponer de estos servicios en aplicaciones de alto riesgo, como por ejemplo el control de tráfico.

Transmisión multiantena: Esta característica será de vital importancia en el diseño de tecnologías 5G ya que la misma operará a diferentes frecuencias y en el caso de frecuencias altas incluyendo el uso de múltiples antenas contrarrestará las malas condiciones de transmisión, en las frecuencias más bajas permitirá mejorar la velocidad.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de algunas bandas de frecuencia preliminarmente.

En concreto se distinguían cuatro bloques fundamentales: uno entre 6 y 20Ghz, otro entre 20 y 40Ghz, un tercero entre 40 y 60Ghz, y el último entre 60 y 100Ghz. Además, se abriría la posibilidad al uso de las bandas de 3,6, 3,8, ó 4,2Ghz para solucionar los problemas de falta de penetración en edificios.

Funcionamiento de las redes móviles 5G [4]

Hay dos puntos importantes en las redes móviles 5G que harán que esta generación sea la de las máquinas. Por un lado, las velocidades antes mencionadas no se repartirán entre los dispositivos conectados a una misma antena, sino que las estaciones bases serán capaces de dar dichas

FREQUENCY RANGE	6-20Ghz	20-40Ghz	40-60Ghz	60-100Ghz
	10Ghz band	32Ghz band	40Ghz band	66Ghz band
Specific bands identified	10.125-10.225Ghz band	31.8-33.4Ghz band	40.5-43.5Ghz band	66-71Ghz band
			45Ghz band	
			45.5-48.9Ghz band	
Potencial Bandwidth	2x100Mhz	1.6	5.8Ghz total	5Ghz

velocidades a cada terminal conectado, reduciendo los habituales problemas que se dan en grandes aglomeraciones. Las redes móviles 5G están construidas sobre los cimientos de las redes móviles 4G-LTE por lo que nos permitirá enviar textos, realizar llamadas y navegar por Internet, aumentando considerablemente la velocidad de transferencia, concretamente a 5.000 Mbits/seg.

Además, debemos pensar que no todo puede ser negativo para esta tecnología debido a que se espera que tenga un consumo de batería en los diferentes dispositivos que se conecten a estas redes menor que el empleado en las redes móviles 4G. Tampoco se saben los costos de los despliegues, pero en algunas partes del mundo ya hay una fecha para el despliegue de esta tecnología, esperando que en tan sólo cuatro años ya haya llegado a estas zonas del mundo. Esta tecnología servirá para que nuestros teléfonos móviles descarguen contenido de Internet mucho más rápido que en la actualidad. Pero 5G va mucho más allá, verdaderamente se espera una revolución en la comunicación entre los seres humanos y las máquinas. (teléfonos, móviles, ordenadores, casas, etc.)

Las redes móviles 5G transformarán nuestra forma de percibir y relacionarnos con el mundo que nos rodea, transformarán la realidad actual en una “realidad conectada”, en la que todos los objetos y las personas están conectados entre sí formando un todo único. Estas permitirán conectar más de seis millones de sistemas y adicionalmente del orden de mil objetos por cada uno de ellos. Cada persona estará conectada permanente a sus médicos, sus amigos, sus compañeros de trabajo, clientes/proveedores, servicios de seguridad, pero además estará conectada a su automóvil, su nevera, su tienda del pan favorita, lugares de ocio, metro, aeropuerto, vivienda, etc. Los objetos estarán igualmente conectados por lo que un “palet” podrá “quejarse” a su empresa y podrá descargarse un software de control que la haga más eficiente.

Es importante destacar que debido al gran crecimiento y auge de personas con móviles o dispositivos conectados que veremos para el año 2020 (coches, wearables, ropa y a saber que otras cosas que hoy ni son imaginables), los móviles solo representarán una pequeña parte de los aparatos conectados a las antenas, destacando el otro punto que hace de las redes móviles 5G la generación de las máqui-



Figura 6. Interconexión para las Redes Móviles. Fuente: [3]

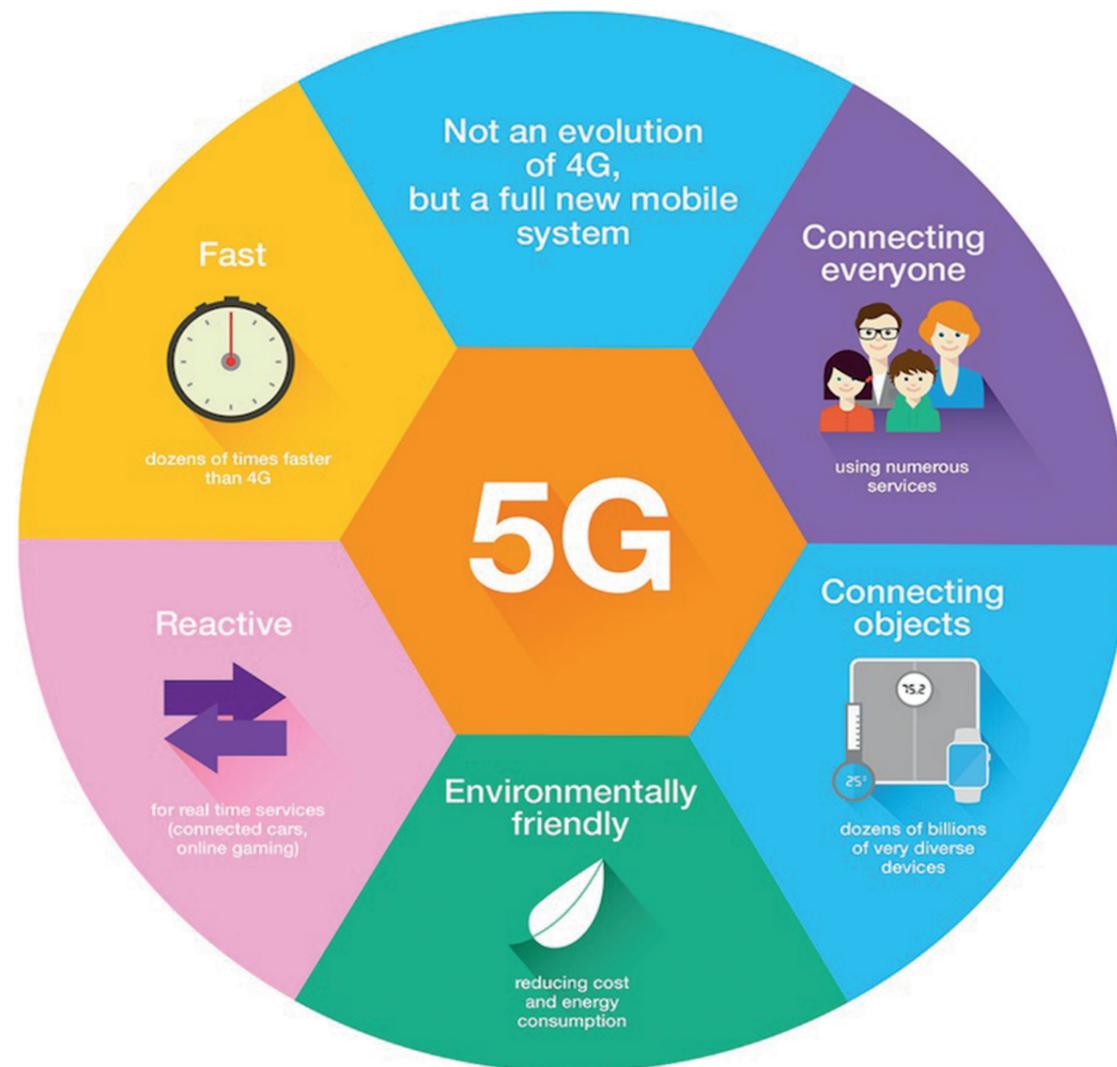


Figura 7. Funcionamiento para las redes móviles 5G. Fuente: [3]

nas y que será su capacidad de trabajar con distintos tipos y generaciones de redes, sobre el papel de los dispositivos compatibles con 5G y que serán capaces de cambiar de red (hacia otras redes móviles, Wi-Fi u otro tipo de redes) sin que el usuario perciba ese cambio instantáneamente.

Importancia de las redes móviles 5G

Las redes móviles 5G necesitarán chips y equipos que la soporten, así como fabricantes que empleen distintos proveedores de servicios y que a su vez sean líderes de mercado, los cuales están usando actualmente la plataforma para pruebas de redes móviles 5G. En el caso específico de Intel, pretende posicionarlas de forma privilegiada para integrar la nube, computación y dispositivos inalámbricos en un "Futuro 5G perfectamente conectado y poderosamente inteligente". En una infografía donde aparecen algunas curiosidades sobre esta tecnología transformacional

se destaca que:

Las redes móviles 5G dirigirán un tsunami de datos. 5G no se trata apenas de velocidad, sino también de permitir *insights* nuevos e increíbles para impulsar la eficiencia, así como la monetización de datos.

Con las redes móviles 5G, la economía de datos sufrirá un cambio radical. 5G posibilitará un modelo de servicio diferente que permitirá a los prestadores de servicios reducir el costo por bit para alojar el flujo de datos, mientras impulsan los ingresos con nuevos servicios y aplicaciones.

Las redes móviles 5G incorporan muchas tecnologías inalámbricas, incluso las que usamos actualmente. Más que una interfaz aérea única, 5G implementará una red heterogénea de tecnologías inalámbricas, como Wi-Fi, LTE Pro Advanced, mmWave y otras, todas funcionando perfectamente en conjunto. Los usuarios no necesitarán

preocuparse con cuál interfaz usar sus dispositivos, que se desplazarán fácilmente de una hacia otra con base en las necesidades del aplicativo.

Además de las tecnologías wireless, 5G incorpora tecnologías de computación y nube para tornar todo inteligente y conectado. 5G requiere una transformación completa de la red con una red central virtualizada, arquitecturas basadas en la nube y análisis avanzado de datos. Intel tiene la escala para atender al alcance completo que 5G exige.

Riesgos adoptados por las redes móviles 5G [6]

Aunque parezca que no hay ningún riesgo, la verdad es que conviene señalar algunos elementos. Las frecuencias de radio que usan las antenas para transmitir las señales 5G son casi 20 veces mayores frente a las demás antenas que emiten señales 4G, por ejemplo, durante la realización de las pruebas en Holanda, las antenas que emitían señales de radio alcanzaban frecuencias de 73.000Mhz frente a los 3.500Mhz que usan las actuales antenas 4G. Aunque la señal de radio que exista en las zonas metropolitanas sea buena esto también significa que habrá una mayor concentración de radiaciones pasivas. Otro problema técnico está relacionado con las señales de alta frecuencia en general, al igual que los sistemas inalámbricos de tipo Wi-Fi el estándar 5G tiene una capacidad de penetración muy reducida y pierde potencia cuando aparecen múltiples muros en su camino.

La velocidad 5G completará la ya existente red 4G, finalmente, al igual que 4G y 3G, las velocidades para 5G aparecerán por primera vez solo en determinadas zonas y solo para los teléfonos capaces de recibir estas señales, aunque dependerán en gran medida de la enorme red de antenas 4G instaladas hasta la fecha. Asimismo, no todos los servicios de telefonía móvil pasarán a la vez a las redes 5G en el resto del mundo.

La UIT-R impulsan hacia las redes móviles 5G

Las recomendaciones UIT-R constituyen una serie de normas técnicas internacionales desarrolladas por el Sector de Radiocomunicaciones de la UIT. Estas son el resultado de estudios efectuados por las Comisiones de Estudio de Radiocomunicaciones sobre:

- La utilización de una gama amplia de servicios inalámbricos, incluyendo las nuevas tecnologías de Comunicaciones Móviles.
- La gestión del espectro de Radiofrecuencia y las órbitas de satélites.
- El uso eficaz del espectro de radiofrecuencia por todos

los servicios de Radiocomunicaciones.

- La radiodifusión terrenal y las radiocomunicaciones por satélite.
- La propagación de las ondas eléctricas.
- Los sistemas y las redes para el servicio fijo y móvil por satélite.
- Las operaciones espaciales, el servicio de explotación de la tierra por satélite, el servicio de meteorología por satélite y el servicio de radioastronomía.

Los miembros de la UIT también han alentado al Sector de Normalización de la Unión (UIT-T) para fomentar la inclusión financiera y promover el establecimiento de tarifas de itinerancia móvil asequibles y mejorar la protección del consumidor y la calidad de los servicios TICs, al mismo tiempo han solicitado que respalden el uso de la computación cloud para registrar datos de eventos de aeronaves, vehículos y otras máquinas conectadas. Según palabras de *Moktar Mnakri Presidente de la AMNT-16* "[...] a raíz de la AMNT-16, la UIT ha adoptado una posición firme para impulsar el desarrollo de una infraestructura TICs digna de confianza y esencial para el éxito de los Sistemas 5G inteligentes, cuyos pilares serán las redes de transporte de ultra alta velocidad, el Internet de las Cosas, las ciudades inteligentes y sostenibles[...]" La ITU-R también podría desempeñar un papel vital al reunir la experiencia en 5G de alrededor del mundo (organizaciones que desarrollan normas, órganos de investigación, reguladores y el ámbito académico) y la experiencia al interior del ITU-R (Grupo de Trabajo 5D) para completar el desarrollo de las normas de 5G (IMT-2020) según los tiempos acordados en el ITU-R. Los desarrollos de tales normas deben venir acompañados de estudios sobre cuestiones del espectro. El Grupo de Trabajo 5D del ITU-R como punto focal de estos estudios podría reunir los aspectos tecnológicos de la 5G con la identificación de bandas mundialmente armonizadas para consideración en la WRC-19, en la siguiente figura 8 se apreciarán los plazos generales del ITU-R para el desarrollo de la 5G.

Internet de las cosas (IoT)

Se puede avizorar que una variedad de aplicaciones de IoT que aprovechan la infraestructura celular podrían ser prevalentes en 2020. Existen oportunidades que van desde medidores de potencia empleados en la Red Eléctrica Inteligente hasta Sistemas Públicos de Alertas que utilizan sensores de detección de terremotos / tsunamis conectados de manera inalámbrica. Todos estos tipos de aplicaciones pueden y están comenzando a desplegarse incluso en las redes celulares de hoy. Sin embargo, se predice que las aplicaciones de la Internet

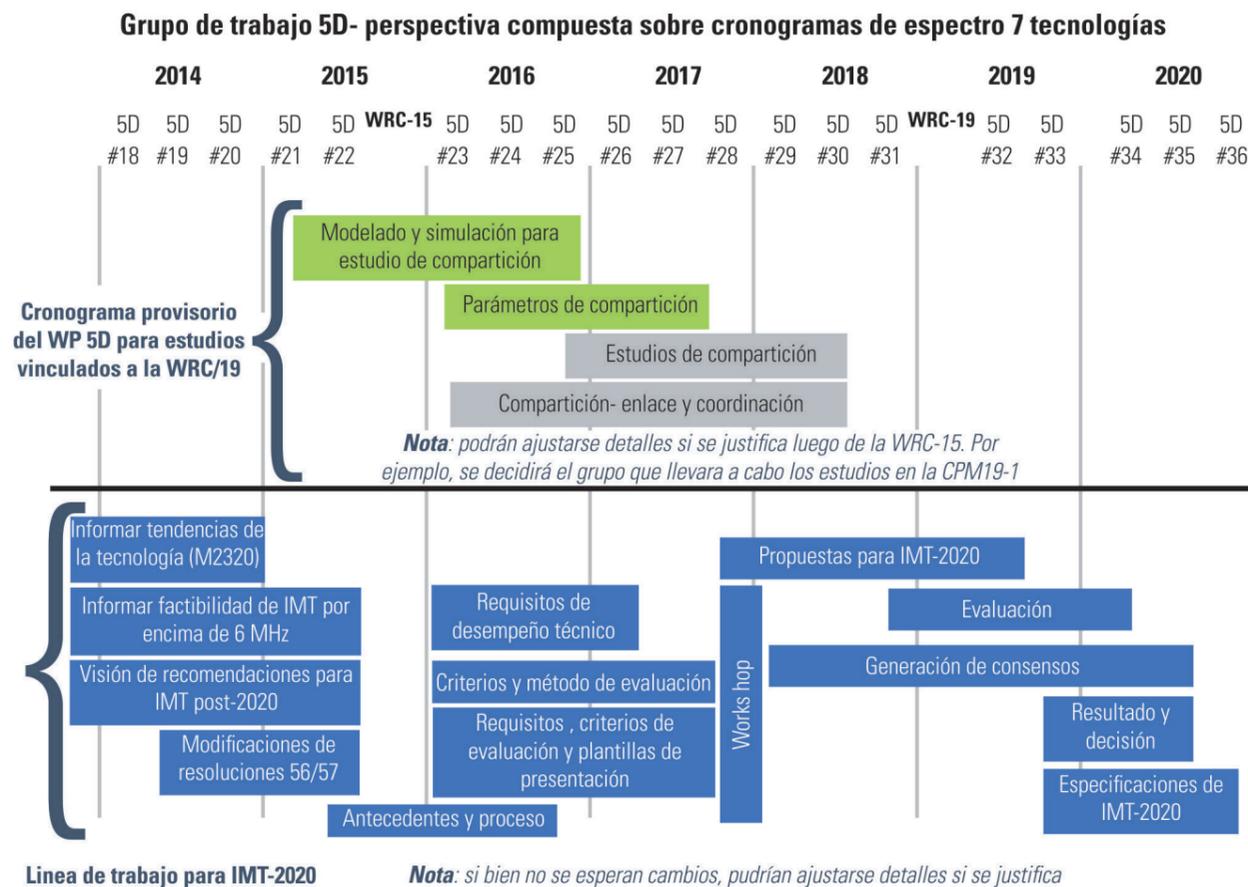


Figura 8. Cronograma de la UIT-R 5G/IMT-2020. Fuente: [2]

de las Cosas crecerán a un ritmo mucho más veloz que el que quizás puedan manejar de forma óptima las redes y tecnologías celulares existentes. Para dar soporte a los posibles miles de millones de dispositivos IoT, se necesita una infraestructura inalámbrica que no solo sea escalable en términos de su capacidad sino que además pueda manejar de manera óptima las diferentes necesidades de servicio de diversas verticales de IoT. Ejemplos de diferentes necesidades de servicios incluyen distintos requisitos de movilidad, latencia, confiabilidad y resiliencia de las redes. Estos conjuntos diversos de requisitos pueden exigir una re-arquitectura de los componentes clave de la red celular, por ejemplo, para dar soporte a la movilidad a demanda en que esta solamente se suministre a aquellos dispositivos y servicios que la requieran. El siguiente ejemplo de casos de uso con Comunicaciones Tipo Máquina (MTC) 10 se convertirá en la norma societaria en torno del año 2020.

Conclusiones

Mediante este proyecto se ha conseguido hacer un bre-



Figura 9. Internet de las Cosas. (IoT)
Fuente: Tomado de Internet

ve estudio sobre algunos aspectos de las redes móviles 5G basado fundamentalmente en el gran desarrollo presentado en el mundo de las Telecomunicaciones el cual avanza a gran velocidad. Es por ello que con esta tecnología surgen nuevos conceptos desconocidos para la mayoría y por tanto 5G, con su inminente llegada, supone una revolución en el campo de las tecnologías, así como un salto sustancial entre las redes móviles 4G y 5G. Las redes móviles 5G continuarán transformando la industria

del entretenimiento a través de la innovación con todos los ojos puestos en la Realidad Virtual, el vídeo en 4K y las múltiples experiencias por las que cada vez más compañías apuestan. “Los usuarios van a demandar pero no van a querer que las tarifas de los operadores suban de la misma manera”, según explica Matt Grob de Qualcomm.

Referencias bibliográficas

- [1] www.wikipedia.org
- [2] 4G Americas`Recommendations on 5G Requirements and Solutions. (Recomendaciones de 4G Americas sobre requisitos y soluciones para 5G), Octubre 2014.
- [3] Recomendación ITU-R M. [IMT.Vision], documento 5/199, “Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond” (Marco y objetivos generales del desarrollo futuro de IMT para 2020 y años subsiguientes”) [adoptado julio de 2015]
- [4] Trabajo de Diploma. “Sistemas MIMO. Simulación y análisis de su impacto en Comunicaciones Móviles en Exteriores.”
- [5] www.xataka.com/moviles/5G así es el futuro de las Redes Móviles.
- [6] www.cronicageek.com/ 2015/12/velocidades 5G límites y beneficios del futuro.
- [7] www.itu.int/pub/R-EC/es

(Artículo recibido en enero de 2017 y aprobado en junio de 2017)

