

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



**NOMBRE DEL SUB-EVENTO**  
**XVIII Simposio Internacional de Ingeniería Eléctrica. "SIE 2019"**

**Título**

Profundización en la introducción de las Redes Móviles 5G.

***Title***

Deepening the introduction of 5G Mobile Networks.

**Mayté Odette López Catalá<sup>1</sup>, Saul Ramiro Izaquirre Leach<sup>2</sup>, María del Carmen  
Guerra Martínez<sup>3</sup>**

- 1- Mayté Odette López Catalá. ETECSA, Cuba. maytee.catala@etecsa.cu
- 2- Saúl Ramiro Izaquirre Leach. ETECSA, Cuba. saul.izaguirre@etecsa.cu
- 3- María del Carmen Guerra Martínez. CUJAE, Cuba.  
mariagm@electronica.cujae.edu.cu

**Resumen:**

La Empresa de Telecomunicaciones de Cuba (ETECSA) ha ido trabajando aceleradamente en el desarrollo de la movilidad que permiten los sistemas existentes brindando todos los servicios ya sean de voz, datos con una velocidad de transferencia y un grado de servicios aceptable a los requerimientos que se necesitan en la actualidad, además se aceleran las inversiones para poder realizar el desarrollo del Internet hasta los hogares cumplimiento este de uno de los pasos que conlleva a la Informatización de la sociedad, debido a la cotidianidad con que se va imponiendo el mundo de las comunicaciones actuales. El constante desarrollo actual de las tecnologías inalámbricas ha hecho necesario un estudio profundo de las mismas para lograr un agrupamiento de la información para una posterior consulta de las mismas, además de existir una comparación entre las redes móviles 4G con relación a la implementación de las Redes Móviles 5G con el fin de tener bien diferenciada la mejora que produce esta última para una posible implementación.

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

***Abstract:***

The Telecommunications Company of Cuba (ETECSA) has been working rapidly on the development of mobility that allows existing systems providing all services whether voice, data with a speed of transfer and a degree of services acceptable to the requirements that are they need now, in addition, the investments are accelerated to be able to carry out the development of the Internet to the homes, fulfilling this one of the steps that leads to the computerization of society, due to the daily life with which the world of communications is imposed current The constant current development of wireless technologies has necessitated an in-depth study of them to achieve a grouping of information for further consultation of them, in addition to a comparison between mobile networks 4g in relation to the implementation of networks 5G mobiles in order to have well-differentiated the improvement that the latter produces for a possible implementation.

**Palabras Clave:** ETECSA, INTERNET, Informatización de la Sociedad, Inalámbricas, Redes Móviles 5G, Tecnología 4G.

**Keywords:** ETECSA, INTERNET, Computerization of the Society, Wireless, 5G Mobile Networks, 4G Technology.

## **1. Introducción**

Desde hace varios años se está produciendo una revolución acelerada en cuanto al uso de las Tecnologías de la Información, dicha revolución puede llegar a tener una importancia similar a la que tuvo la llegada de Internet a una gran cantidad de usuarios, dos de los más relevantes 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 en cualquier 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

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCIÓN CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



gracias a unos precios populares y a un conjunto de entusiastas, que han visto las enormes posibilidades de esta tecnología. Las tecnologías que son necesarias para llevar a cabo estos sistemas hoy, constan de un precio mínimo o al menos muy asequible y su existencia mañana sólo depende de las estrategias comerciales de las empresas.

El constante incremento acelerado en el sector las comunicaciones inalámbricas por banda ancha móvil a la 5G está impulsada por las crecientes demandas de capacidad, las mejores velocidades de transmisión (THROUGHPUT) y otros casos para 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, los tiempos y entregables para la próxima generación de los sistemas IMT denominada IMT-2020, para obtener como objetivo mejorar la visión futura de las comunicaciones inalámbricas por banda ancha móvil, obviamente para llegar a una sociedad conectada donde los servicios de 5G requieren acceso al espectro en una serie de bandas que den soporte a la multiplicidad de casos de uso, incluso la necesidad de mejorar la calidad de servicio ofrecida y adaptarse a canales mucho más amplios que los utilizados hoy.

## **2. 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 incluso las pruebas que se realizan para la implementación de la 5G, las mismas han evolucionado como se muestran en la figura.

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



Figura 1. Tránsito de 1G hacia 5G.

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 nos permitió realizar llamadas sin tener un cable por el medio. El nombre común que llevaba esta tecnología era ‘CELULAR’ ya que la señal transmitida se dividía en unas celdas hexagonales y 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 de una celda. La tecnología predominante de esta generación es 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. La frecuencia de los canales era distinta para cada sistema usaba canales de 12.5Khz, AMPS de 30Khz y TACS de 25Khz. [2]

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



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 aprovechan todo el potencial que los dispositivos creados a su alrededor, por lo cual se empezó a usar una tecnología que se desarrolló en los ochenta: El estándar GSM que permite la transferencia de datos a una velocidad mayor y permitió que entrara en juego capacidades como el correo de voz y los mensajes de texto. Algunos de los teléfonos más avanzados en esta generación podrían incluso acceder a portales web especialmente optimizados para su uso en esos dispositivos, eso aceleró EDGE cuyas siglas significan: Enhanced Data Rates for GSM Evolution o tasa mejorada de datos para la evolución GSM. Con esta tecnología llegaron las notificaciones vía Internet, la navegación en portales más completos y abrió la puerta para la tecnología 2.5G la cual llegó en la década de los 90 con sistemas como GSM siendo desarrollado 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. Uso a su vez acceso múltiple de tiempo dividido (TDMA) para permitir que hasta ocho usuarios utilizaran los canales separados por 200Mhz y los sistemas básicos usaron frecuencias de banda de 900Mhz mientras otros de 1800 y 1900Mhz, 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 (el que cambio el juego) antes la 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 Smartphone empezaron a surgir y se veía inevitable la idea de que en algún punto existirían redes de datos inalámbricas de alta velocidad. Todo cambió en el año 2003 cuando el Reino Unido lanzó de manera oficial una nueva generación de las telecomunicaciones, se trataba de una versión de la

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



conectividad EDGE ‘en esteroides’ la cual le permitía 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 ofrecían. Actualmente es el más reciente estándar de telecomunicaciones y logra velocidades de hasta 100 Mbps para los consumidores en redes normales y de hasta 1Gbps en redes fijas. El objetivo de este nuevo “estándar” es por tanto el de garantizar una calidad de servicio y el cumplimiento de los requisitos mínimos para la transmisión de servicios de mensajería multimedia, video chat, TV móvil o servicios de voz y datos en cualquier momento y en cualquier lugar utilizando siempre el sistema que mejor servicio proporcione. Esta generación pretende dar una velocidad de hasta 10Mbps para proporcionar servicios multimedia como transferencia de archivos de imágenes de gran tamaño y video 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 ahora son de los servicios más utilizados en estas plataformas. Las redes móviles 5g está a unos pocos años de distancia y aunque su implementación puede tardar, su llegada plantea nuevos escenarios en el uso de tecnologías móviles para la llegada de 5G 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 nube

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



como la del entretenimiento y la comunicación cambiaran de formas increíbles así que solo nos resta estar listos para redefinir una vez más nuestra experiencia con el internet.

### **3. 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). En sus diversos informes sobre el tema, 4G Américas declaró que mientras que las generaciones pasadas fueron identificadas por un adelanto importante en la tecnología, como la definición de una nueva interfaz de aire, la expectativa ahora es que la 5G será enfocada desde un punto de vista integral e incluirá avances tecnológicos relevantes tanto en las redes RAN como en las redes centrales. [2]

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



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

- ✓ Banda Ancha Móvil optimizada.
- ✓ Comunicaciones ultra confiables y de baja latencia.
- ✓ Comunicaciones tipo máquina masiva.

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

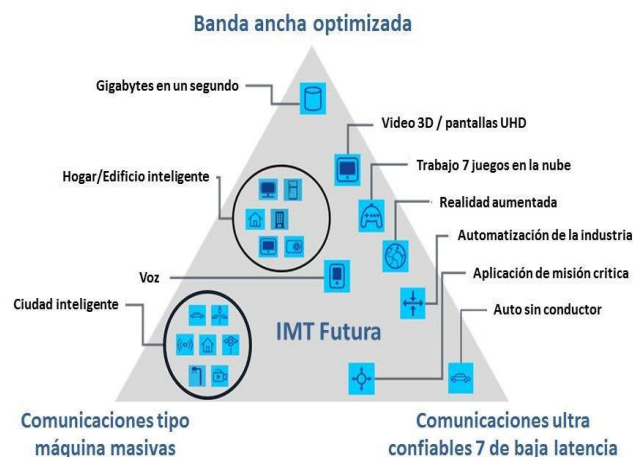


Figura 2. Escenarios de uso de IMT para el 2020 y años posteriores. Fuente: [2]

Al igual que 3G y 4G las Redes Móviles 5G es un conjunto de estándares lo que significa que será cualquier tecnología que cumpla con ciertos parámetros, los cuales 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 y 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

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)



**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCIÓN CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



con los límites de las redes, la duración de la batería de los dispositivos móviles y el costo del servicio. Según el Centro de Innovación 5G con sede en la Universidad de Surrey-Inglaterra las Redes Móviles 5G tendrán que ofrecer una mayor capacidad de transmisión de datos, ser más rápidas, mayor eficiencia de energía y ser menos costosas que cualquier otra tecnología utilizada en la actualidad. En el futuro muchas aplicaciones que van desde juegos avanzados de realidad virtual así como automóviles automatizados, requerirán de un tiempo de respuesta de la red más corto para poder llevar a cabo acciones inmediatas. [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 de 5G que se han realizado se ha 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 el 4G todavía en despliegue, al menos en España los fabricantes de dispositivos de redes ya han establecido un calendario para explotar el 5G, por ello hasta la llegada del 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.

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCIÓN CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



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

Según pruebas de campo realizadas por varios fabricantes actualmente 5G acaba de salir de los laboratorios, en la prueba realizada en un vehículo que viajaba a 4km/hr la velocidad llegó a alcanzar los 7.5Gbps de velocidad de descarga, pero es que viajando a 100km/hr bastante problemático con otro tipo de redes debido a los saltos entre antenas que suponen en muchas ocasiones pérdidas de conexión, los coreanos lograron una tasa de descarga de 1.2Gbps logrando además que la conexión se mantuviese estable sin desconexiones o interrupciones.

#### 4. Empleo de las Redes Móviles 5G.

El objetivo a lograr para toda nueva generación de Red Móvil es lograr multiplicar la velocidad de la conexión, pero con la 5G hay más que eso, no se trata solo de ofrecer velocidades de vértigo también hacer que las conexiones ganen en calidad, por un lado mejorando el número de terminales al que puede dar servicio cada antena simultáneamente pero también reducir la latencia.

Primeramente definimos que cada generación nueva de red inalámbrica trajo 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.

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCIÓN CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**

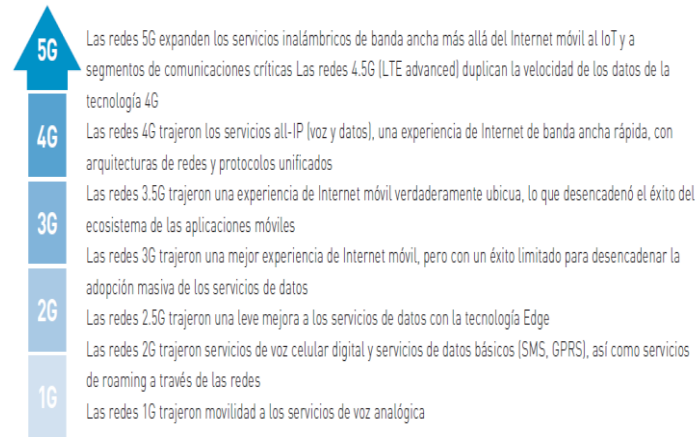


Figura 4. Uso de las Redes Móviles 5G. Fuente: [3]

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

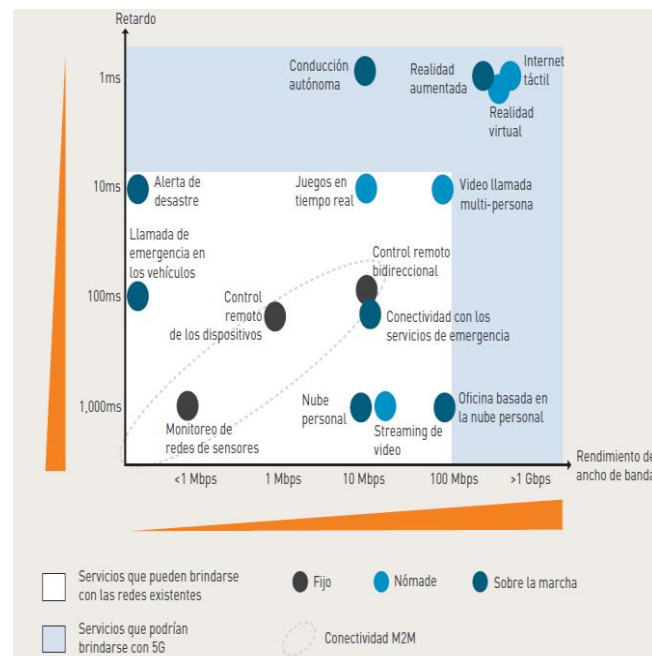


Figura 5. Uso de las Redes Móviles 5G en cuanto a velocidades vs tiempo de retardo. Fuente: [3]

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCIÓN CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



Algunos requisitos para 5G son de llamar la atención para estar habilitadas estas aplicaciones tienen requisitos técnicos específicos 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 algunas como video de alta resolución requerirían velocidades de conexión ultra rápidas y otras podrían necesitar 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.

#### **5. Diferencias entre las redes móviles de 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 sería evidente y además a la hora de mantener video conferencias, en las que tener el menor retardo posible es de vital importancia para una comunicación fluida que nos permita trabajar con alguien que esté lejos de nosotros.

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

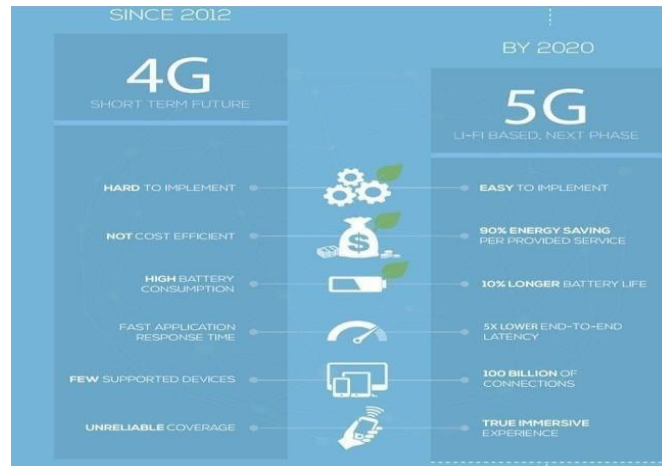


Figura 5. Diferencias entre 4G y 5G. Fuente: [3]

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 cuáles serán concretamente las bandas que se destinarán al 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 como se enfrenta.

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

Las Redes Móviles 5G se prevé 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

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

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 requiere 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:** La Red Móvil 5G no solo debe mantener sino reducir esos costes, ya que en cuanto a costos de energía deberá funcionar en dispositivos que requieran períodos considerablemente largos de tiempo sin necesidad de recarga.
- ✓ **Conectará una gran cantidad de dispositivos:** Esto será mucho mayor que la actual, porque no solamente de teléfonos móviles sino también de sensores inalámbricos colocados en ropa, casas, etc. Se prevé que para entonces existirán millones de éstos 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 serán posibles incluyendo zonas rurales en países subdesarrollados.
- ✓ **Baja Tasa de Latencia:** Debido a menor tasa de latencia será mayor velocidad de datos, lo cual será posible debido a que se seguirán utilizando protocolos de Internet, cuando se logra menor tasa de latencia se podrán encontrar muchas más aplicaciones para situaciones críticas como es seguridad y procesos industriales. Finalmente se trabaja para mejorar dicha tasa que existe actualmente en las Redes Móviles de 4G.

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

- ✓ **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 cooperará a diferentes frecuencias y en el caso de frecuencias altas incluyendo el uso de múltiples antenas contrarrestará las malas condiciones de transmisión, en frecuencias más bajas permitiendo mejorar la velocidad.
- ✓ **Diseño Delgado:** Se refiere a que se minimizará cualquier transmisión no relacionada con la entrega de datos del usuario, esto permitirá un mejor rendimiento de la red y reducción de interferencia.
- ✓ **Comunicación Directa de Dispositivos a Dispositivos:** Se logra para ampliar la cobertura de la red al utilizar algunos dispositivos como relés.

Las bandas de frecuencia de las Redes Móviles 5G con las pruebas que ofrecía la increíble y todavía no aprovechable velocidad de 10Gbps, para alcanzarlos utilizaban una configuración de antenas 2x2 MIMO con una única portadora trabajando a 73Ghz, todo parece que este tipo de frecuencias serán las que se pretende para los futuros Sistemas 5G y a juzgar por la FCC americana con recomendaciones sobre el uso de bandas por encima de 24Ghz y más concretamente de las comprendidas entre 71-76Ghz y 81-86Ghz.

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

Frequency Range	6-20Ghz	20-40Ghz	40-60Ghz	60-100Ghz
Specific bands identified	10Ghz band	32Ghz band	40Ghz band	66Ghz band
	10.125-10.225Ghz	31.8-33.4Ghz	40.5-43.5Ghz	66-71Ghz
	10.125-10.225Ghz		45Ghz band	
Potencial bandwitch	2x100Mhz	1.6Ghz	5.8Ghz total	5Ghz

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

Tabla 1. Resumen para identificar preliminarmente las bandas.

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.

### 7. Funcionamiento de las redes móviles 5G. [4]

Hay dos puntos importantes en el 5G que harán que esta generación sea la de las máquinas, por un lado las velocidades de las que hemos hablado antes no son velocidades que se repartirán entre los dispositivos conectados a una misma antena, sino que las estaciones bases serán capaces de dar dichas velocidades a cada terminal conectado, reduciendo los habituales problemas que se dan en grandes aglomeraciones.

La Red Móvil 5G está construida 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, así como concretamente navegaremos a 5.000Mbits/seg.



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

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)



**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”**

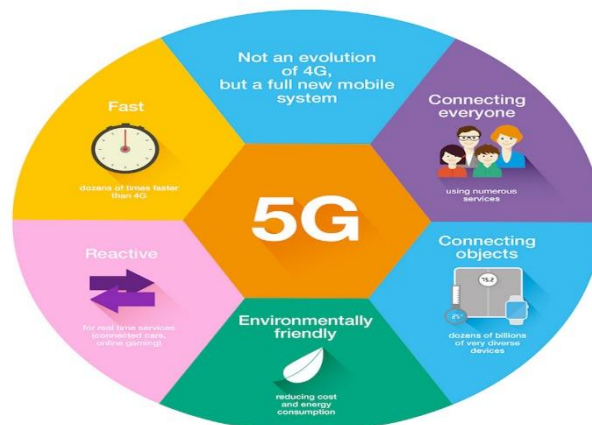


**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**

Para garantizar el buen funcionamiento de 5G se necesitará un espectro disponible y para ello será necesario que los países se pongan de acuerdo para poder implementar satisfactoriamente esta tecnología para que se pueda viajar de un país a otro sin tener que preocuparnos por las bandas que usen uno u otro país, además esta tecnología usará frecuencias tan altas que se prevé un problema cuando se pretenda llevar la señal 5G a edificios o espacios cerrados, por lo que se debe indicar que esta tecnología continuará en fase de prueba para garantizar que su lanzamiento global se solucione las dificultades que puedan haber en edificios o espacios cerrados.

Además debemos pensar que no todo puede ser negativo para esta tecnología debido a que se espera tenga un consumo de batería en los diferentes dispositivos que se conecten a estas redes sea menor que el empleado en las Redes Móviles 4G, tampoco se sabe los costes 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 nosotros y las máquinas. (Teléfonos, móviles, ordenadores, casas, etc.)



Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”**



**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**

Figura 7. Funcionamiento para las Redes Móviles 5G. Fuente: [3]

Las Redes Móviles 5G transformarán nuestra forma de percibir y relacionarnos con el mundo que nos rodea, transformará la realidad actual en una “realidad conectada” en la que todos los objetos y las personas están conectados entre sí formando un todo único, las mismas permitirán conectar más de seis millones de millones de sistemas y adicionalmente del orden de mil objetos por cada uno de ellos. Cada persona estará permanente conectada 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., todo objeto que tenga un cierto interés para nosotros, los objetos estarán igualmente conectados por lo que un “palet” podrá “quejarse” a su empresa podrá descargarse 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 nos imaginaríamos), 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 maquinas será su capacidad de trabajar con distintos tipos y generaciones de redes, sobre el papel los dispositivos compatibles con 5G serán capaces de cambiar de red (hacia otras redes móviles, Wi-Fi u otro tipo de redes) sin que el usuario perciba ese cambio e instantáneamente.

En cada nueva generación de Redes Móviles que antecedieron, el objetivo principal era la multiplicación de la velocidad en la conexión pero para 5G parece que se esconde algo más que simplemente hacer las conexiones móviles más rápidas.

- ✓ Actualmente está en fase de prueba en algunos países de Europa.
- ✓ Comunicaciones más rápidas y con más calidad es el objetivo que se pretende.

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”**



**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**

- ✓ No llegará antes del 2020 a muchos países y su desarrollo aún tiene pendiente solucionar algunos problemas de esta tecnología.

### **8. 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 se pretende posicionada de forma privilegiada para integrar la nube, computación y dispositivos inalámbricos en un “Futuro 5G perfectamente conectado y poderosamente inteligente”, comentan en una infografía donde aparecen algunas curiosidades sobre esta tecnología transformacional:

- 1) 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.
- 2) Las Redes Móviles 5G, la economía de datos sufrirá un cambio radical. 5G posibilitará un modelo de servicio fundamentalmente diferente que permite 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.
- 3) Las Redes Móviles 5G incorpora muchas tecnologías inalámbricas, incluso las que usamos actualmente. Más que apenas 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 cual interfaz usar sus dispositivos se desplazarán fácilmente de una hacia otra con base en las necesidades del aplicativo.
- 4) Además de las tecnologías Wireless, 5G incorpora tecnologías de computación y nube para tornar todo inteligente y conectado. 5G requiere una transformación

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



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.

- 5) INTEL desarrolla plataformas de pruebas con escenarios reales de redes. Con nuestra primera plataforma de pruebas ya entregada en febrero de 2016, lanzó su segunda generación de la Plataforma de Pruebas Móvil 5G que soporta bandas mmWave sub-6Ghz 28Ghz, distintos proveedores de servicios líderes de mercado están usando actualmente la plataforma para pruebas de red 5G.

#### **9. Riesgos adoptados por las redes móviles 5G. [6]**

Aunque parezca que no hay ningún riesgo, la verdad es que conviene señalar algunas cosas, 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 haya en las zonas metropolitanas sea buena esto también significa que habrá una mayor concentración de radiaciones pasivas. Podrás ver películas en 4K desde tu TABLET o SMARTPHONE pero tu salud podría verse afectada. 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. De hecho, cuanto mayor sea la frecuencia con la que es transmitida la señal, menos alcance tiene y cubre una superficie menor.

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



La velocidad 5G completará la red 4G ya existente finalmente al igual que 4G y 3G las velocidades para 5G aparecerán por primera vez sólo en determinadas zonas y sólo 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 después el resto del mundo.

**10. 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 por satélite, para el servicio fijo y móvil.
- ✓ Las operaciones espaciales, el servicio de explotación de la tierra por satélite, el servicio de meteorología por satélite y el servicio de radioastronomía.

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



Las Recomendaciones UIT-R se aprueban por un consenso entre los Estados Miembros de la UIT y su aplicación no es obligatoria, sin embargo, puesto que éstas son elaboradas por expertos de las administraciones, los operadores y el sector industrial incluyendo otras organizaciones dedicadas a las Radiocomunicaciones en todo el mundo disfrutan de una prestigiosa reputación y se aplican a escala mundial.

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, el 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.....”

El 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 se apreciará los plazos generales del ITU-R para el desarrollo de la 5G.

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

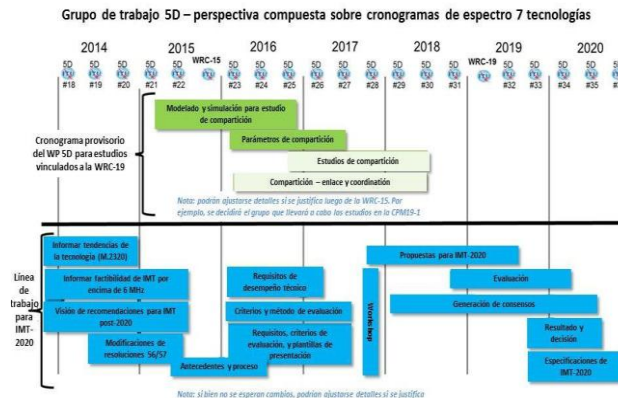


Figura 7. Funcionamiento para las Redes Móviles 5G. Fuente: [3]

## 11. 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 de las Cosas crecerán a un ritmo mucho más veloz que el que quizá 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 distintas necesidades de servicios incluyen distintos requisitos de movilidad, latencia, confiabilidad y resiliencia de las redes. Estos conjuntos diversos de requisitos pueden exigir una re

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



arquitectura de los componentes clave de la red celular, por ejemplo para dar soporte a la movilidad a demanda en que la movilidad solamente se suministre a aquellos dispositivos y servicios que la necesitan. El siguiente ejemplo de casos de uso con Comunicaciones Tipo Máquina (MTC) 10 se convertirá en la norma societaria en torno del año 2020.



Figura 8. INTERNET de las Cosas. (IoT)

## 12. Conclusiones.

Mediante este proyecto se ha conseguido hacer un breve estudio sobre algunos aspectos de las Redes Móviles 5G basado fundamentalmente en el gran avance 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 ello 5G con su inminente llegada supone una revolución en el campo de las tecnologías, así como un salto sustancial entre el 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.

## 13. Referencias bibliográficas.

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)



**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS  
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”**



**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**

- [1] [www.wikipedia.org](http://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.”
- [3] [www.xataka.com/moviles/5G](http://www.xataka.com/moviles/5G) así es el futuro de las Redes Móviles.
- [4] [www.manualpc.com/](http://www.manualpc.com/) que es 5G.
- [5] [www.naps.com.mx/ blog/características tecnologías 5G](http://www.naps.com.mx/blog/características-tecnologías-5g).
- [6] [www.cronicasgeek.com/ 2015/12/velocidades 5G límites y beneficios del futuro](http://www.cronicasgeek.com/2015/12/velocidades-5g-límites-y-beneficios-del-futuro).
- [7] [www.itu.int /pub/R-EC/es](http://www.itu.int/pub/R-EC/es).
- [8] [www.ituser.es /actualidad/2016/11/la UIT impulsa la era de 5G inteligente](http://www.ituser.es/actualidad/2016/11/la-UIT-impulsa-la-era-de-5G-inteligente).

Información de contacto  
[convencionuclv@uclv.cu](mailto:convencionuclv@uclv.cu)  
[www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)