



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

**Estudio del desempeño de red 5G para la aplicación y prestación de nuevos servicios en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.**

AUTOR:

Noboa Salavarría, Andrés Omar

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de  
**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

TUTOR:

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando M.Sc.

Guayaquil, Ecuador

15 de Septiembre del 2020



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **NOBOA SALAVARRIA, ANDRES OMAR**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero en Telecomunicaciones**.

TUTOR

ING. HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO M.Sc.

DIRECTOR DE CARRERA

ING. HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO, M.Sc.

Guayaquil, a los 15 días del mes de Septiembre del año 2020



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Noboa Salavarría, Andrés Omar**

**DECLARO QUE:**

El trabajo de titulación, **Estudio del desempeño de red 5G para la aplicación y prestación de nuevos servicios en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo**. Previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros acorde a las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido claridad y relevancia del trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 15 días del mes de Septiembre del año 2020

**EL AUTOR**

---

**NOBOA SALAVARRIA, ANDRES OMAR**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Noboa Salavarría, Andrés Omar**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación**, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación **Estudio del desempeño de red 5G para la aplicación y prestación de nuevos servicios en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 15 días del mes de Septiembre del año 2020**

**EL AUTOR**

---

**NOBOA SALAVARRIA, ANDRÉS OMAR**

# REPORTE DE URKUND

**URKUND** Fernando Palacios Meléndez (edwin\_palacios)

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Documento</b>      | <a href="#">TESIS DE ANDRES OMAR NOBOA S (Miguel Armando Heras Sanchez).docx</a> (D78732982)   |
| <b>Presentado</b>     | 2020-09-07 11:03 (-05:00)  |
| <b>Presentado por</b> | fernandopm23@hotmail.com   |
| <b>Recibido</b>       | edwin.palacios.ucsg@analysis.orkund.com  |
| <b>Mensaje</b>        | RV: Trabajo de titulación de Andres Noboa <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a><br>1% de estas 43 páginas, se componen de texto presente en 3 fuentes. |

| Lista de fuentes | Categoría | Enlace/nombre de archivo  |                                     |
|------------------|-----------|---|-------------------------------------|
| +                |           | <a href="https://docplayer.es/166560603-Universida...">https://docplayer.es/166560603-Universida...</a> | <input type="checkbox"/>            |
| +                |           | <a href="#">Mosquera_Chica_Tesis2019.pdf</a>  | <input type="checkbox"/>            |
| +                |           | Trabajo_5G_Buenofinal.docx  | <input checked="" type="checkbox"/> |
| +                |           | FWA Diana Chavez Borrador 03-03-2020.docx   | <input type="checkbox"/>            |
| +                |           | historia_evolucion_1G_4G.pdf  | <input checked="" type="checkbox"/> |
| +                |           | M1.520_20192_PAC3_12442068.txt  | <input checked="" type="checkbox"/> |

Fuentes alternativas

Reiniciar Exportar Compartir

0 Advertencias

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA: "Estudio

del desempeño de red 5G para la aplicación y prestación de nuevos servicios en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo"

AUTOR: Noboa Salavarría, Andrés Omar

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR: Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando M.Sc.

Guayaquil, Ecuador

29 de agosto del 2020

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por todo lo que me han brindado me han proporcionado todo el apoyo y el intelecto para poder realizar este proyecto y así lograr cumplir esta meta.

A mi mamá María Fernanda, y a mi papá Andrés Noboa que me dieron todo el apoyo incondicional para poder culminar este gran paso en mi vida, inculcándome valores para culminar mis objetivos pese a los obstáculos encontrados en el camino.

Al Ing. Armando Heras por brindarme la guía y la orientación necesaria para el correcto desarrollo del trabajo en cada consulta realizada para llevar a cabo este trabajo de titulación. Por los ejemplos de perseverancia a mi tío Xavier Salavarría, Julio Gavilánez que me apoyaron durante mi carrera universitaria, por haberme abierto las puertas de su casa para poder empezar mi carrera universitaria. Y mi agradecimiento a Melissa Brito y a todas todas esas personas que me sostuvieron y me proporcionaron motivación con sus consejos y conocimientos para poder mantenerme ilustrarme como futuro profesional.

## **EL AUTOR**

Noboa Salavarría, Andrés Omar

## **DEDICATORIA**

A mi familia porque sin el cimiento incondicional esto, no hubiera sido posible sin el sacrificio que se realizó mediante este tiempo el cual me proporcionaron su apoyo incondicional tanto en formación personal como académica, este trabajo se ve reflejado esos años de estudios y consejos para ellos va dedicado este triunfo. Y gracias a la Universidad Católica Santiago de Guayaquil a todos los docentes que conforman una gran institución de aprendizaje y con máximo nivel de preparación formativo, a la Facultad de Educación Técnica de Desarrollo, al director de Carrera y al Ing. Palacios Meléndez, Edwin por ser la ayuda que me permitió culminar esta parte de mi carrera de Titulación.

## **EL AUTOR**

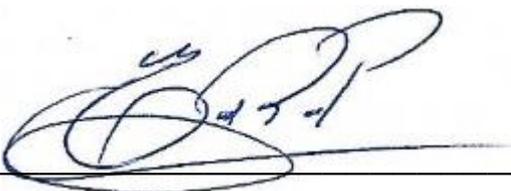
Noboa Salavarría, Andrés Omar



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. 

**ING. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESUS, M.Sc.  
DECANO**

f. 

**ING. ZAMORA CEDEÑO, NÉSTOR ARMANDO, M. Sc  
COORDINADOR DEL TITULACIÓN**

f. 

**ING. PALACIOS MELÉNDEZ, EDWIN FERNANDO M. Sc.  
OPONENTE**

## ÍNDICE GENERAL

|   |      |
|---|------|
| AGRADECIMIENTO .....                        | vi   |
| DEDICATORIA .....                           | vii  |
| ÍNDICE GENERAL .....                        | ix   |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                      | xii  |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                     | xii  |
| RESUMEN .....                               | xiii |
| ABSTRACT .....                              | xiv  |
| CAPÍTULO I .....                            | 2    |
| INTRODUCCIÓN.....                           | 2    |
| 1. Introducción .....                       | 2    |
| 1.2 Antecedentes.....                       | 2    |
| 1.3 Planteamiento del problema .....        | 3    |
| 1.4 Objetivos .....                         | 3    |
| 1.4.1 Objetivo general.....                 | 3    |
| 1.4.2 Objetivos específicos .....           | 3    |
| 1.5 Tipo de investigación .....             | 4    |
| 1.6 Metodología de Investigación .....      | 4    |
| 1.7 Hipótesis .....                         | 4    |
| CAPÍTULO II .....                           | 6    |
| MARCO TEÓRICO .....                         | 6    |
| 2.1 Implementación de la red LTE .....      | 6    |
| 2.2 Evolución de las redes .....            | 7    |
| 2.2.1 Redes de primera generación (1G)..... | 7    |
| 2.2.1 Redes de segunda generación (2G)..... | 8    |
| 2.2.2 Tercera Generación (3G) .....         | 8    |
| 2.2.3 Cuarta Generación (4G) .....          | 9    |
| 2.2.4 Quinta Generación (5G) .....          | 9    |
| 2.3 Casos de uso de la red 5G .....         | 10   |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.3.1 Comunicaciones de baja latencia.....  | 10        |
| 2.3.2 Mejora en la Banda Ancha.....   | 11        |
| 2.3.3 Comunicaciones masivas entre maquinas .....   | 11        |
| <b>2.4 Sistemas 5G .....</b>  | <b>12</b> |
| 2.4.1 Sistema Digital.....  | 12        |
| 2.4.2 Recursos.....   | 12        |
| 2.4.3 Infraestructura .....   | 12        |
| 2.4.4 Servicios TIC.....  | 12        |
| <b>2.5 Modelado de canales para orientaciones inalámbricas .....</b>                                      | <b>14</b> |
| 2.5.1 HSDPA: acceso a paquetes de enlace descendente de alta velocidad.....                               | 15        |
| 2.5.2 Interfaces .....  | 15        |
| <b>2.6 Redes de acceso inalámbrico 5G .....</b>   | <b>16</b> |
| 2.6.1 Espectro 5G.....  | 17        |
| 2.6.2 Bandas inferiores a 1 GHz.....  | 18        |
| 2.6.3 Bandas entre 1GHz y 6GHz.....   | 18        |
| <b>2.7 Principales desafíos de desarrollo Radio Cognitiva (CR) .....</b>                                  | <b>19</b> |
| 2.7.1 Análisis semántico de topología de red y datos para localización de alta precisión en redes 5G..... | 19        |
| <b>2.8. Redes Comunicación .....</b>  | <b>20</b> |
| 2.8.1 Redes de Telecomunicación.....  | 20        |
| 2.8.2 Red Conmutada .....   | 20        |
| 2.8.3 Red de difusión.....  | 20        |
| 2.8.4 Redes de próxima generación ITU.....  | 21        |
| <b>2.9 Ventajas y desventaja respecto a la convergencia. ....</b>   | <b>21</b> |
| 2.9.1. Estándares en telecomunicaciones .....   | 22        |
| 2.9.2. Arquitectura 5G y su sistema.....  | 22        |
| 2.9.3 Costo de 5G frente al costo de 4G.....  | 24        |
| 2.9.4 Los servicios de redes de información, usos y protección. ....                                      | 25        |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.9.4 Estrategia de ciberseguridad en países de América Latina .....           | 31        |
| 2.9.5 Estrategia de seguridad cibernética en el Ecuador.....                   | 33        |
| <b>CAPÍTULO III .....</b>  | <b>34</b> |
| <b>ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS PARA UNA RED 5G.....</b>                         | <b>34</b> |
| 3.1 Síntesis para el diseño de una red 5G.....                                 | 34        |
| 3.2 Relación de redes móviles 5G.....  | 35        |
| 3.3 Normalización hacia la Facultad con 5G .....                               | 38        |
| 3.4 Requerimientos de Red 5G .....   | 39        |
| 3.5 Componentes de Estructuración de la Red 5G .....                           | 42        |
| 3.6 Estructuración de la Red 5G.....   | 45        |
| 3.6.1. Evolución de los RAT (Radio Access Technology) .....                    | 47        |
| 3.6.2 Despliegue Hiperdenso de celdas pequeñas .....                           | 47        |
| 3.6.3. Red de Auto-Organización.....   | 49        |
| 3.6.4. Comunicación de Tipo Máquina (MTC) .....                                | 49        |
| 3.6.5. Desarrollo de RATs (Radio Access Technology) de ondas milimétricas..... | 50        |
| 3.6.6. Rediseño de los enlaces de Retroceso (Backhaul Links) .....             | 51        |
| 3.6.7. Eficiencia en uso energético.....                                       | 52        |
| 3.6.8. Asignación de un nuevo espectro radioeléctrico para 5G .....            | 53        |
| 3.6.9. Compartir el espectro radioeléctrico.....                               | 53        |
| 3.6.10. Virtualización de la RAN (Radio Access Network).....                   | 54        |
| 3.7 Ecuador hacia una infraestructura PPP para la 5G .....                     | 55        |
| 3.7.1 La Facultad como Centro de Innovación 5G.....                            | 56        |
| 3.7.2 Enfoque empresarial e industrial empleando la tecnología 5G.....         | 57        |
| 3.7.3 El enfoque de los países Latinoamericano.....                            | 59        |
| 3.7.4 La Seguridad de una red 5G.....  | 63        |
| <b>4.1 CONCLUSIONES .....</b>  | <b>65</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>  | <b>70</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|         |  |    |
|---------|--|----|
| Tabla 1 | <i>Esquema de confrontación de las generaciones de redes móviles</i> | 10 |
| Tabla 2 | <i>Requerimientos de rendimiento de LTE</i>                          | 12 |
| Tabla 3 | <i>Resumen de tendencias internacionales planes 5G</i>               | 14 |
| Tabla 4 | <i>Costo de 5G frente al costo de 4G</i>                             | 24 |
| Tabla 5 | <i>Velocidades para uso de servicios tecnológicos</i>                | 30 |
| Tabla 6 | <i>Controladores relevantes para el caso de uso de IoT</i>           | 47 |
| Tabla 7 | <i>Redes heterogéneas macro, micro y femto -celdas</i>               | 48 |
| Tabla 8 | <i>Redes macro, micro y femto-celdas</i>                             | 49 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Figura 1  | <i>Arquitectura de red LTE</i>                         | 7  |
| Figura 2  | <i>Banda ancha y usos de la red 5G</i>                 | 11 |
| Figura 3  | <i>Sistema Digital</i>                                 | 13 |
| Figura 4  | <i>Topología de red de quinta generación</i>           | 14 |
| Figura 5  | <i>Interfaces de red LTE</i>                           | 15 |
| Figura 6  | <i>Ventajas de Red 5G</i>                              | 17 |
| Figura 7  | <i>Ventajas de Red 5G</i>                              | 18 |
| Figura 8  | <i>Convergencia de redes</i>                           | 21 |
| Figura 9  | <i>Arquitectura de Tecnología 5G</i>                   | 23 |
| Figura 10 | <i>Entrada Multiple de salida multiple</i>             | 23 |
| Figura 11 | <i>Esquemmatización de velocidad 5G</i>                | 26 |
| Figura 12 | <i>Evolución de tráfico, conexiones y dispositivos</i> | 30 |
| Figura 13 | <i>Evolución de conexiones y dispositivos</i>          | 32 |

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación proyecta a análisis una red celular 5G para la justificación de servicios, los cuales presentan beneficios hacia las funciones de acceso inalámbrico de banda ancha, el cual esta denominado a los sistemas de comunicación móvil para los usuarios. Ante todo, la demanda del mercado telefónico es alta mediante el avance que experimenta la tecnología, permite reglamentar la calidad de servicio el cual autoriza al usuario innovaciones de rápido acceso incluso para las clases virtuales y otros servicios de comunicación. Fundamentalmente es preciso entender que se toman mediciones tanto en el procesamiento de datos, así como en los recursos de hardware que integran equipos de comunicación, de transmisión para su correcta ejecución de aprendizaje. El requerimiento acerca del celular inicia mediante un crecimiento acerca del uso de teléfonos en todo el Ecuador lo que se demuestra en los trabajos relacionados, es dar a conocer con esta investigación las condiciones la red presenta mejor desempeño a partir de la implementación, teniendo así escenarios donde se presenten variaciones hacia el número de usuarios y teniendo en cuenta la distancia entre estaciones de red, modelos de propagación, servicios de portadores, modelo de movilidad. Dependiendo de los resultados se pretende analizar insumos importantes en el diseño de las redes permitiendo obtener beneficios hacia la empresa, tanto a sus grupos investigativos y de aplicaciones tecnológicas. Además, mediante esta investigación se acomete la importancia de evidenciar las potencialidades de la red.

**PALABRAS CLAVES:** Coberturas, Medidores de Fotonos, Voltajes, Condensadores, Datos móviles, ARCOTEL, Orgánica las del servicio público de energía eléctrica

## **ABSTRACT**

This research work plans to carry out the analysis of a 5G cellular network for the award of services, which presents benefits for the broadband wireless access functions, which is called mobile communication systems for users. Undoubtedly, the demand in the telephone market is high due to the advance that technology is experiencing, it allows to regulate the quality of service which authorizes the user to innovate with quick access even for virtual classes and other media. Therefore, it is necessary to understand that it offers in view of the fact that measurements are taken both in data processing, as well as in the hardware resources that these teams integrate for their correct learning execution. The requirement of the cell phone initiates a growth in the use of cell phones in all of Ecuador. What is tried to demonstrate in the related works, is to make known under what conditions the network presents better performance from the implementation, thus having scenarios where variations towards the number of users and taking into account the distance between base stations, propagation models, carrier services, mobility model. Depending on the results, it is intended to analyze important inputs in the design of networks, allowing benefits to be obtained for the company, both for its research groups and for technological applications. In addition, through this research it is undertaken to demonstrate the potential of the network.

### **KEYWORD:**

Coverages, Photon Meters, Voltages, Capacitors, Mobile Data, ARCOTEL, Organic those of the public service of electrical energy

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Introducción

El consumo de tráfico de datos está creciendo de manera exponencial en redes inalámbricas, esto se debe a las nuevas aplicaciones que exigen servicios de alta calidad. Las redes móviles se han convertido en una parte importante en el mercado, este proyecto se destaca para dar una evaluación comparativa y de cómo se aplican al sector de las telecomunicaciones, debido a la demanda de nuevos servicios y aplicaciones, las operadoras móviles proporcionan diversos y mejores servicios de calidad. Se espera que la tecnología domine el campo de la comunicación. El desbordamiento de la demanda relacionado al ancho de banda, reducción de latencia, y mejora de movilidad, son los motivos para dar un salto hacia las redes 5G.

A lo largo de nuestra era se han ido cambiando los estándares que permiten habituarse a las tecnologías, cambiándolas hacia el usuario, proporcionada por los organismos y empresas con entidades internacionales de orden regularizador en las telecomunicaciones, para poder transigir las prestaciones de servicios de diversos fabricantes que brindan interconexión y proporcionan mejor adaptabilidad a más cantidades de conexiones inalámbricas para entregar un mejorado soporte en las redes y aplicaciones existentes. Basado en los análisis de red se propone cumplir con el requisito de exploración acerca de las redes inalámbricas 5G eficientes, mientras que proporcionan el mayor rendimiento requerido por los clientes.

### 1.2 Antecedentes

La gran demanda de las redes de datos se está extendiendo rápidamente debido a su particularidad con respecto a las mejoras en el sistema las redes móviles; son una parte indispensable en el mercado de las telecomunicaciones, ya que su evolución permite cambios significativos la cual facilita la mejora en la demanda de aumento de ancho de banda,

reducción de latencia, y mejora de movilidad, son los motivos para dar un salto hacia las redes 5G.

### **1.3 Planteamiento del problema**

Existe la necesidad de desplegar e incrementar los modelos de servicios de la Facultad Técnica, adoptando nuevas tecnologías para mejorar las actuales redes, ya que las mismas que tienen alcances limitados en relación con la demanda tecnológica; razón por la que se presentan las siguientes interrogantes:

- ¿Los nuevos componentes de estructuración de la Red, mejorarán las comunicaciones móviles?
- ¿Existirá un análisis técnico que permita conocer en forma concreta los servicios sobre la red LTE?
- ¿El estudio una vez realizado, normalizará el servicio de red 5G?
- ¿Dispondrá el proyecto 5G, de instalaciones necesarias para su funcionamiento?
- El estudio permitirá conocer la seguridad y protección de la red 5G.

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo general**

Efectuar un estudio de los servicios de red celular, mediante pruebas de cobertura por medio de líneas para innovar la utilización de las redes 5G que se ofertan en el país y con dirección a las instalaciones de la UCSG

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Analizar y sintetizar la información concreta que especifique los componentes de la estructuración de la Red, en la que incluya mejoras en las comunicaciones móviles.
- Realizar un análisis técnico para establecer las correctas prestaciones de los servicios sobre la red LTE.
- Estudiar la contratación, normalización y legalización del servicio de radiofrecuencia con ARCOTEL.

- Realizar el estudio del requerimiento de instalaciones físicas, para el funcionamiento de red 5G, en el predio universitario.
- Conocer la seguridad y protección de la red 5G.

### **1.5 Tipo de investigación**

El trabajo actual de investigación se fundamenta específicamente en el tipo científico, que se define como la sucesión de pasos que lleva a la exploración de conocimientos mediante la aplicación de métodos y técnicas. Se realizó una investigación exploratoria al realizar mediciones en las líneas de media tensión y obtener la información para poder realizar la corrección del factor de potencia y consolidar los pagos realizados por penalizaciones.

### **1.6 Metodología de Investigación**

El trabajo de titulación tiene como diseño de investigación ser de propósito documental y analítico, ya que se definirá en el mismo las bondades que aportaría poder implementar un sitio web de comercio electrónico, su arquitectura y funciones realizadas por los recursos de hardware virtualizados y softwares para eficiencia de actividades comerciales a través de internet.

La cronología del presente trabajo es de tipo prospectivo, ya que se puede vincular con efectos a futuro. Para la elaboración del sitio de comercio electrónico se usará fuentes secundarias como libros, manuales técnicos y artículos científicos que aporten con los conceptos pertinentes para selección y configuración de los servidores en la nube IAAS, seguridad, credenciales de acceso e instalación de software para aplicación del sitio web de comercio electrónico.

### **1.7 Hipótesis**

Se realizará un estudio de las tecnologías que se emplearán para posteriores redes de quinta generación en la Facultad Técnica para el Desarrollo, lo cual permitirá obtener soluciones con respecto a la problemática de conectividad tecnológica, ya que tendrá una mayor transferencia de datos, menor latencia, nuevas aplicaciones móviles, y se reducirá la brecha tecnológica, existente. El boceto de una red móvil celular con tecnología es

fundamental en este estudio la cual se demustre mediante redes desplegadas actualmente en aspectos como: cobertura, velocidad de transmisión, y flexibilidad.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

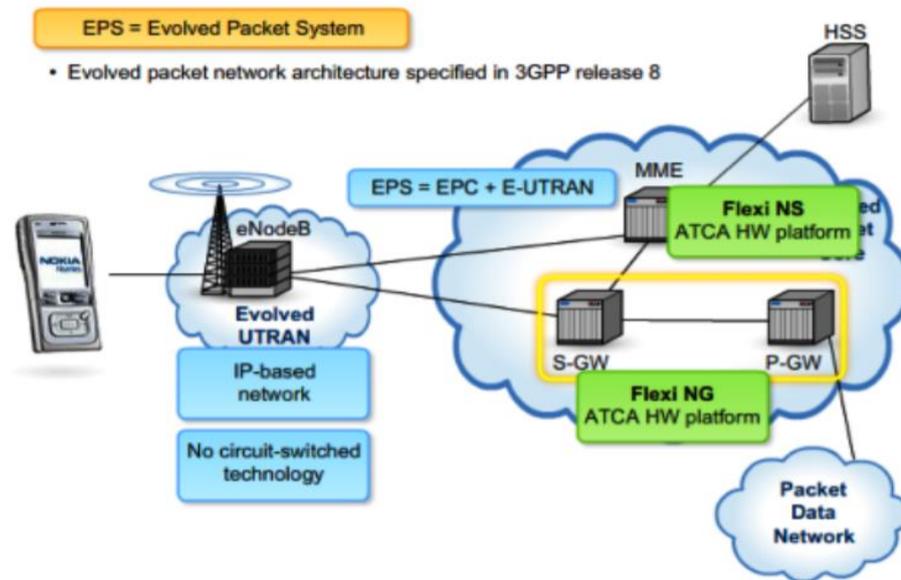
#### **2.1 Implementación de la red LTE**

La fase del funcionamiento comienza por la configuración de una red. El cual se debe declarar una función adecuada para el módulo donde se crean los eNB el cual es un hardware que se enlaza a través de las redes de telefonía móvil y se encarga de notificar de forma inalámbrica los equipos de comunicación (UE) ,por medio de una estación base (BTS) donde se menciona que las redes telefónicas de móviles y los terminales de los clientes se propongan para determinar el desempeño de la red al cual maneje y analice diversos estándares, donde se prueba a su vez el servicio de telefonía móvil, el cual es un tipo de servicio en el que los móviles se conectan a la red pública de telefonía posee una funcionalidad pequeña , y es comprada por un Controlador de Red Radio (NRC) (*El camino hacia 5G: controladores, aplicaciones, Requisitos y desarrollo técnico, 2015*)

Su finalidad es la competitividad de tramas sobre la evolución de la tecnología 4G hacia la 5G, ya que esta permite a los operadores UMTS el cual es el Sistema Universal de Telecomunicaciones y esta acepta hasta de 20MHz donde se muestra mejoras tanto en la velocidad de transferencia de datos como en la tecnología de su interfaz de aire la cual es llamada LTE.

Y su mención total es que el sistema está basado en una construcción, la cual posee baja latencia y con tecnología de radio de gran capacidad, por motivo del cual esta tecnología permite el acceso de canales o portadoras que contienen ancho de banda aceptando las funciones como agregación de portadoras ya que proporcionan el acceso permitiendo el aumento de capacidad y tasas de solución. Dependiendo la tecnología con respecto al ancho de banda de la portadora y los sistemas de rendimiento. Cabe destacar que posee la mínima funcionalidad , ya que es verificada por un controlador de Red de Radio denominado (RNC)

**Figura 1**  
Arquitectura de red LTE



Autor: Se muestra la construcción de proporcionar una red LTE, con tecnología industrial, incluyendo áreas E-UTRAN y EPC, *Jaramillo Miguel, 2016*

## 2.2 Evolución de las redes

### 2.2.1 Redes de primera generación (1G)

Esta generación de información inalámbrica se inició a principios de los años de 1980 y a tasas compatibles de datos. Cabe mencionar que las redes fueron conmutadas por los circuitos mediante equipos para la comunicación de voz, ello traía consigo una serie de desventajas, las cuales son que éstas podían ser utilizadas para la transferencia de voz y también que disponían de una baja seguridad, lo cual permitía que otra persona pudiera escuchar las llamadas con un sintonizador de radio. Donde se trataba de tecnologías. Con lo siguiente se mencionará los estándares más utilizados:

**NMT:** Es un dispositivo de sistema analógico desarrollado para operar en países como Dinamarca o Noruega la cual sostuvo una relativa fama debido a su oportuna y correcta elaboración. Este dispositivo operaba en bandas de 450Mhz y 900MHz.

**AMPS:** Es un sistema de comunicación analógica para móviles de primera generación elaborado a principios de los 80, la cual proporciona cobertura a un nivel nacional demasiado extensa incluso para las redes digitales. El AMPS consta de 832 canales.

### **2.2.1 Redes de segunda generación (2G)**

El rastro de la primera generación 1G a 2G es destacado por su avance en la tecnología analógica a la parte digital, por la cual llegó a dejar de utilizarse el 1G. La causa primordial de esta generación es de proveer un canal de comunicación seguro y de confianza. También se menciona para llevar esto a cabo se tuvo que implementar el concepto de CDMA y GSM, los cuales son servicios de datos proporcionados como sms y mms. La amplitud del 2G se logra al acceder a diversos usuarios en un solo canal a través de multiplexación. Cuando empezó estos sistemas de segunda generación, los celulares móviles se emplean para datos junto con voz.

### **2.2.2 Tercera Generación (3G)**

Ésta surgió como evolución de la tecnología 2G, es decir, los sistemas GSM, que solo podían transmitir audio, y el GPRS, de generación 2.5, que aunque ya podría transmitir paquetes de datos, era de baja velocidad. El 3G ofrece una mayor seguridad que sus antecesores y para utilizarlo como conexión a una red es necesario tener un plan válido de datos con un proveedor de servicio 3G inalámbrico, una tarjeta SIM por un proveedor de 3G inalámbrico y una computadora con hardware con apoyo para 3G.

Las tecnologías de 3G son la respuesta a la especificación IMT-2000 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. (es el estándar mundial para redes inalámbricas de tercera generación (3G) aprobado por la ITU (la Unión Internacional de Telecomunicaciones). IMT-2000 (Telecomunicaciones Móviles Internacionales 2000) constituye un marco para el acceso inalámbrico a escala mundial, ya que permite conectar diversos sistemas de redes terrenales y/o por satélite.)

El estándar UMTS (Universal Mobile Telephone System) está basado en la tecnología W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access - Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha), es la tecnología de interfaz de aire en la que se basa la UMTS cual es un estándar europeo de Tercera Generación (3G) para los sistemas inalámbricos). UMTS está gestionado por la organización 3GPP, también responsable de GSM, GPRS y EDGE.

### **Características:**

- Nuevos servicios, tales como la conexión de PCs a través de redes móviles y aplicaciones multimedia.
- Permite recibir y enviar mayor cantidad de datos por segundo.
- Mayor eficiencia y capacidad que las generaciones anteriores.
- Ancho de banda dinámico, es decir, adaptable a las necesidades de cada aplicación.
- Mayor velocidad de acceso.

### **2.2.3 Cuarta Generación (4G)**

La red 4G provee una mejor velocidad adicional en los datos, da una mejora en las redes. La cual proporciona métodos sistemáticos basados en protocolos de internet, estas redes están justificadas a través del protocolo IP, las cuales son un sistema de red, que permite realizar la convergencia entre las redes inalámbricas y de cable. Para su respectivo despliegue se tuvo que dispensar la banda de 800 MHz. Cabe mencionar que para el despliegue de estas redes conocidas como LTE son más destacadas con la compatibilidad del IPV6, ya que estas contienen velocidades entre 100 Mbps.

### **2.2.4 Quinta Generación (5G)**

La red 5G se prevé que es el crecimiento de las tramas o redes inalámbricas, móviles de banda ancha y procura dar soluciones para diversos desafíos como de soportar áreas inmensamente pobladas (1,000k de conexiones establecidas por km), estas comunicaciones se las considera por ser altamente fible y de poseer baja latencia a 1 ms, valorar tasas de transmisión de 10Gbps por cada conexión y proporciona movimientos de altas velocidades con la capacidad de movilidad el cual ofrece que estas sean superiores a 100Mbps/s y 1Gbps/s. Es el desarrollo de una normalización. El cual se orienta a enlazar varios sistemas, las cuales fueron establecidas por la ITU como IMT-2020.

Platicas, llamadas realizadas, traslado de voz, aislamiento de llamadas, conjunto de identidad de llamadas, autenticación y expedición en apoyarse

basadas en los encargos de servicios prestados. Entrada de fijación inalámbrica a internet , señales de video y televisión móvil , ocupación de servicios que sirven para fundamentarse en la colocación como también en la telemedicina , o correos electrónicos

**Tabla 1**

*Esquema de confrontación de las generaciones de redes móviles*

|                               | 1G                  | 2G   | 3G  | 4G  | 5G  |
|-------------------------------|---------------------|--|---|---|---|
| Año de despliegue             | 1970 - 1980         | 1980 – 1990                                      | 2001  | 2009  | 2019 - 2020   |
| Estándares                    | AMPS<br>TACS<br>NMT | GSM<br>GPRS<br>EDGE                              | UMTS<br>HSPA                                      | LTE   | 5G NR   |
| Servicios                     | Sólo voz            | Voz digital, SMS, roaming internacional y otros* | Voz digital, Internet de alta velocidad y otros** | Telefonía IP, TV móvil de alta definición y otros***          | Mejora en telepresencia 3D, Internet táctil, realidad virtual, etc. |
| Tecnología                    | Analógica           | Digital  | Digital   | Digital   | Digital   |
| Velocidad de descarga teórica | 1 kbps a 2.4 kbps   | 14 kbps a 64 kbps                                | 384 kbps a 2 Mbps                                 | 100 Mbps<br>1 Gbps (reposo)                                   | 1 Gbps a 10 Gbps  |
| Técnica de acceso múltiple    | FDMA                | CDMA<br>TDMA<br>FDMA                             | CDMA<br>WCDMA                                     | OFDMA   | OFDMA (numerología flexible)<br>BDMA <sup>2</sup>                   |
| Bandas de Frecuencia Europeas | 800-900 MHz         | 900 MHz<br>1800 MHz                              | 900 MHz<br>2100 MHz                               | 800 MHz<br>1800 MHz<br>2600 MHz<br>3500 MHz<br>No licenciadas | Anteriores +<br><i>mmWaves</i>                                      |
| Ancho de banda                | 30 kHz              | 200 kHz<br>1.23 MHz                              | 5 MHz   | 1.4, 3, 5, 10, 15 y 20 MHz (soporta Carrier Aggregation)      | FR1<br>FR2  |
| Latencia (orden de magnitud)  | N/A                 | ~ 600 ms   | ~ 50 ms   | ~ 10 ms   | < 1 ms  |

*Autor GSMA , John Cruce 2017*

## 2.3 Casos de uso de la red 5G

Se menciona acerca de las prominentes elevaciones de velocidades tanto de baja latencia que ofrece la red 5G mediante la cual se impulsará a la comunidad un hito hacia el nuevo periodo de ciudad inteligente y el Internet de las cosas. Los sucesos interesantes de la sección industrial han reflejado aceptables casos de uso de las redes 5G y el UIT-R todo lo cual se define en tres importantes secciones (Brahima, 2018).

### 2.3.1 Comunicaciones de baja latencia

Su tarea fundamental incorpora el registro de los dispositivos tanto en las comunicaciones entre vehículos y los sistemas de seguridad, estas permiten tener acceso a nuevos servicios en el que las atenciones médicas



**Tabla 2**  
*Requerimientos de rendimiento de LTE*

| Métrico  | Requisitos  |
|--|---|
| Base de datos de picos   | DL:100 Mbps<br>UL:50Mbps<br>(para 20 MHz espectro)          |
| Soporte de Movilidad   | Hasta, pero optimizado para bajas velocidades de 0 a 15 kph |
| Control de latencia de plano (tiempo de transición al estado activo) | 100 para inactivo o activo                                  |
| Latencia del plano de usuario  | 5 ms  |
| Capacidad del plano de control                                       | 200 usuarios por celda (para 5Mhz espectro)                 |
| Cobertura (tamaño de celda)  | 5-100 km with slight degradation after 30km                 |
| Flexibilidad del espectro  | 1.25, 2.5, 5,10 15 y 200Mhz                                 |

*Autor. Rendimiento LTE, Sánchez Eduardo, 2017,*

## **2.4 Sistemas 5G**

### **2.4.1 Sistema Digital**

Se deberá tomar en cuenta que para la elaboración de una base con relación hacia una serie de valores de la tecnología 5G en la construcción de una antena de red la cual permita encontrar cada modo.(Constain, 2019)

### **2.4.2 Recursos**

Dentro de los proyectos más fundamentales se encuentra las provisiones para la prestación de servicios de una red 5G, donde se hace énfasis en la parte del ancho de banda y a su vez la del espectro radioeléctrico. (Constain, 2019)

### **2.4.3 Infraestructura**

Son componentes de redes los cuales soportan servicios que permitan emplear de manera eficaz la tecnología de una red 5G los cuales pueden ser, torres, fibra óptica, tecnologías (Constain, 2019)

### **2.4.4 Servicios TIC**

Son Servicios prestados a través de infraestructuras de redes 5G, la cual permite la convergencia de las funciones hacia los servicios que permitirá

la incursión hacia las comunicaciones de maquina a máquina conocidas como M2M la cual se refiere a la conmutación o intercambio de datos a través de dos máquinas remotas.(Coral, s. f.)

**Figura 3**  
*Sistema Digital*



Autor: DNP (2018)

A continuación, se visualiza clientes o entidades que permitan acceder a servicios que consideren extender la tecnología 5G en donde se recomienda encontrar una gran cantidad de usuarios con sectores de productividad o empresas que generen un valor económico adicional al esperado.

Estos son los aspectos para emplear los servicios de 5G el cual permite mejorar progresos y facilitar actividades diarias con la tecnología digital, en tal caso de no utilizar esta red el componente digital se volvería poco eficiente mostrando menores procesos en la distribución de datos y retardo en la entrega de información.

Lo más importante que se cabe mencionar es los beneficios que aporta la red de 5G el cual estaría organizado a las necesidades que varía cada país y basado en su estructura la disponibilidad económica para emplear una correcta infraestructura.

**Tabla 3**  
Resumen de tendencias internacionales planes 5G

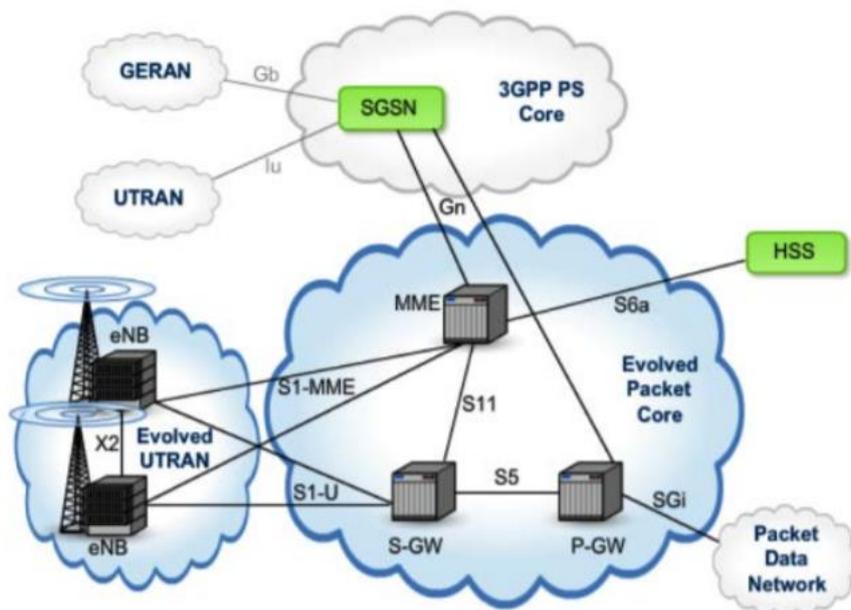
| Actividades realizadas  | UE | Reino Unido | España | Alemania | USA     | Brasil | Chile   | México* | Recomendaciones UIT** | OCDE*** |
|---|----|-------------|--------|----------|---------|--------|---------|---------|-----------------------|---------|
| Consulta Pública Plan 5G  |    |             | ●      |          |         | ●      | ●       |         |                       |         |
| Despliegue de redes mas ágil (Infraestructura)  |    |             |        |          | ●       | ●      | ●       |         | ●                     | ●       |
| Piloto 5G   | ●  | ●           | ●      |          |         |        | ●       |         |                       |         |
| Potenciar la economía 5G (Estimular emprendimiento, Formación especializada 5G, acompañamiento al ecosistema 5G, potenciar demanda de servicios 5G) | ●  | ●           | ●      | ●        | ●       | ●      | ●       |         |                       |         |
| Gestión y planificación del espectro radioeléctrico (bandas bajas, medias y altas)  | ●  | ●           | ●      | ●        | ●       | ●      | ●       | ●       | ●                     | ●       |
| Regulación orientada a Seguridad y privacidad de servicios y aplicaciones   |    | ●           | ●      |          | ●       | ●      | ●       |         | ●                     | ●       |
| Calidad de servicio y derechos de usuario   |    |             | ●      |          | ●       |        | ●       |         | ●                     | ●       |
| Desarrollo de marco jurídico para incentivar y facilitar inversiones  | ●  | ●           | ●      | ●        | ●       | ●      | ●       |         | ●                     |         |
| Ampliación cobertura redes de fibra óptica  | ●  | ●           |        | ●        | ●       |        | ●       |         | ●                     |         |
| Despliegue comercial esperado 5G  |    | 2020        | 2020   |          | 2019/20 | 2020   | 2021/22 |         |                       | 2020    |

Autor. La red 5G, John , 2018,

## 2.5 Modelado de canales para orientaciones inalámbricas

Precedentemente de la evaluación del rendimiento de orientación celular inalámbrica, es fundamental tener una función de canal precisa, capaz de representar todos los mecanismos de propagación. La configuración de la red puede variar según las condiciones del tráfico y la demanda de la asistencia hacia los servicios .

**Figura 4**  
Topología de red de quinta generación



Autor: GSMA inteligente ,2015.

### 2.5.1 HSDPA: acceso a paquetes de enlace descendente de alta velocidad

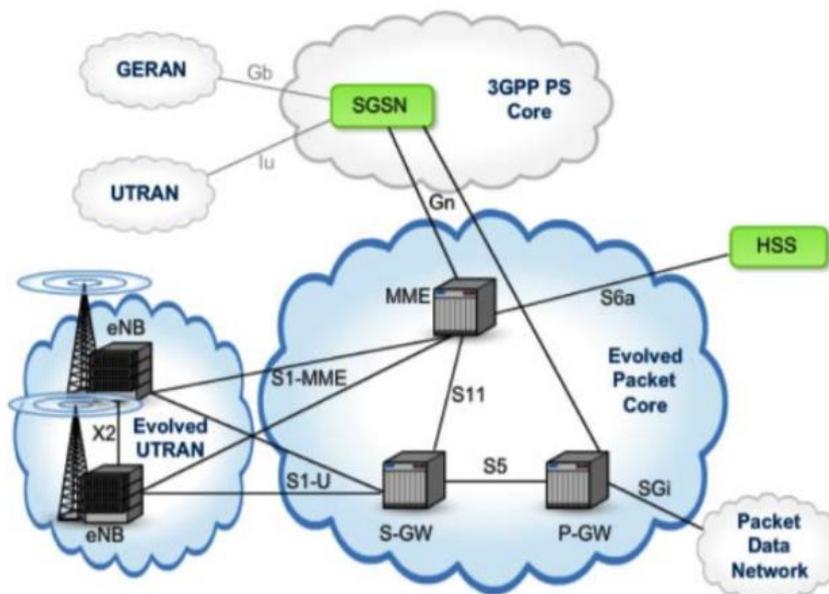
Se considera como una tasa máxima ofrecida de 14.4 Mbps (con antenas 2x2) en canal de 5Mhz en enlace descendente. La velocidad máxima de datos podría ser más, dependiendo del total de antenas de transmisión y recepción; en 3GPP versión 7, llamado HSPA (acceso a paquetes de alta velocidad). Evolucionado, se alojaron tecnologías de conjunto de antenas como establecimiento de haz y entrada múltiple.

### 2.5.2 Interfaces

Se les denomina interfaces a las conexiones físicas entre diversos dispositivos de una red funcional, lo cual permitirá establecer una comunicación entre distintos tipos de niveles

**Figura 5**

*Interfaces de red LTE*



*Autor.: LTE, Johnson Cris, 2015, Bullets.*

Como se puede examinar en la figura las BTS son establecidas como eNodeB mediante se puede corresponder a todos los sistemas de radio. Además, establecen comunicación con el EPC por medio de MME que es la Entidad de gestión de la movilidad para permitir el control del Serving Gateway (SG) y de la Señalización. Donde cabe mencionar que el SG admite la

comunicación con el PDN Gateway “pasarela de datos de paquetes de red “y da paso a la conectividad con redes externas

## **2.6 Redes de acceso inalámbrico 5G**

Se realizó una búsqueda exhaustiva sobre sistemas inalámbricos 5G, y se comprendió que los mismos tienen como objetivo resolver varias condiciones técnicas sin precedentes, ello ha significado atraer la atención de crecientes intereses en academias e industrias.

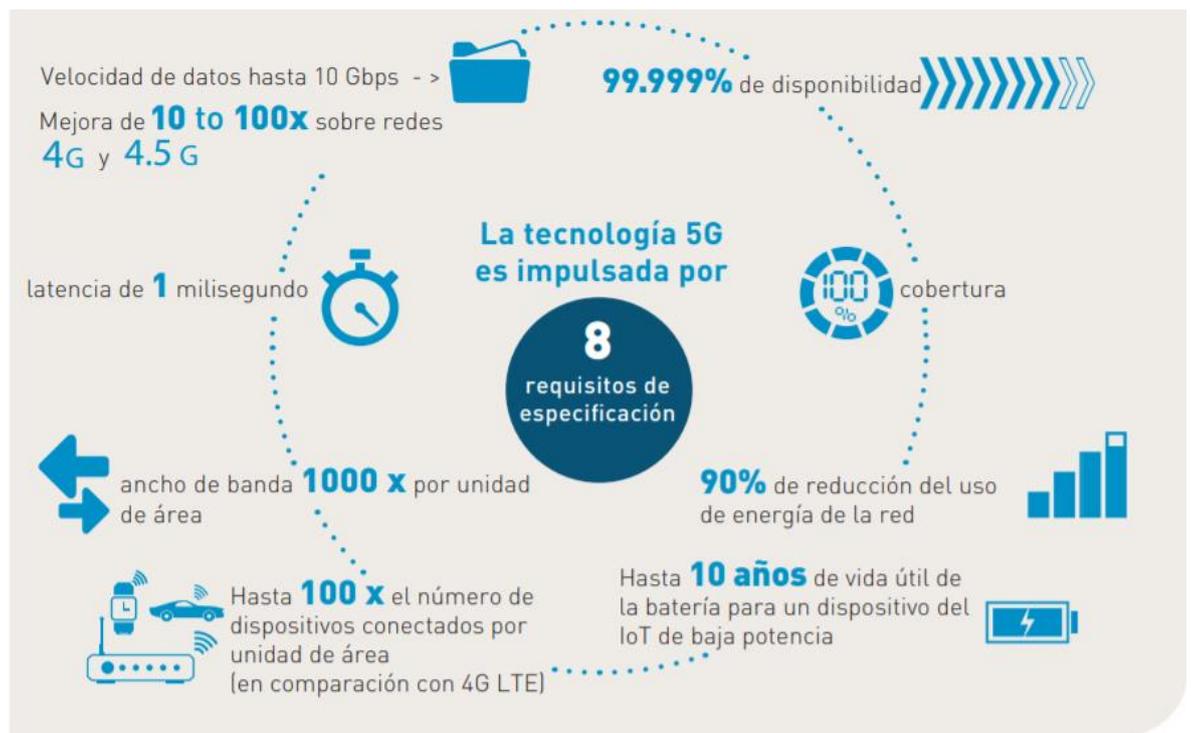
La demanda de dispositivos con conexiones inalámbricas que ejecutan voz, datos y otras aplicaciones en las redes inalámbricas actuales es significativa. Se requiere de más capacidad instalada hacia las redes móviles para mostrar el uso eficiente que funcionaría en las mismas sin problemas. La industria y la academia acuerdan los siguientes requisitos para la red inalámbrica. Cobertura y tasa de datos. 5G debe mantener la conectividad en cualquier momento y en cualquier lugar con un usuario mínimo de velocidad de datos de 1Gbps.

La configuración de la red puede variar según las condiciones del tráfico y la demanda de la asistencia hacia los servicios de los dispositivos conectados. Cobertura y tasa de datos 5G debe sostener la conectividad en cualquier lugar por medio de la velocidad.

1) Banda ancha aumentada móvil (eMBB): Banda ancha aumentada en las partes externas, con respecto a la cooperación del propietario y colaboración empresarial.

2) Mensaje de comunicación masiva a través de tramas (mMTC): IoT, acompañamiento de activos, agricultura basado en las ciudades versátiles que contengan comprobación energética mediante domicilios inteligentes la cual se basa en realizar un seguimiento la cual involucre la distancia.

**Figura 6**  
*Ventajas de Red 5G*



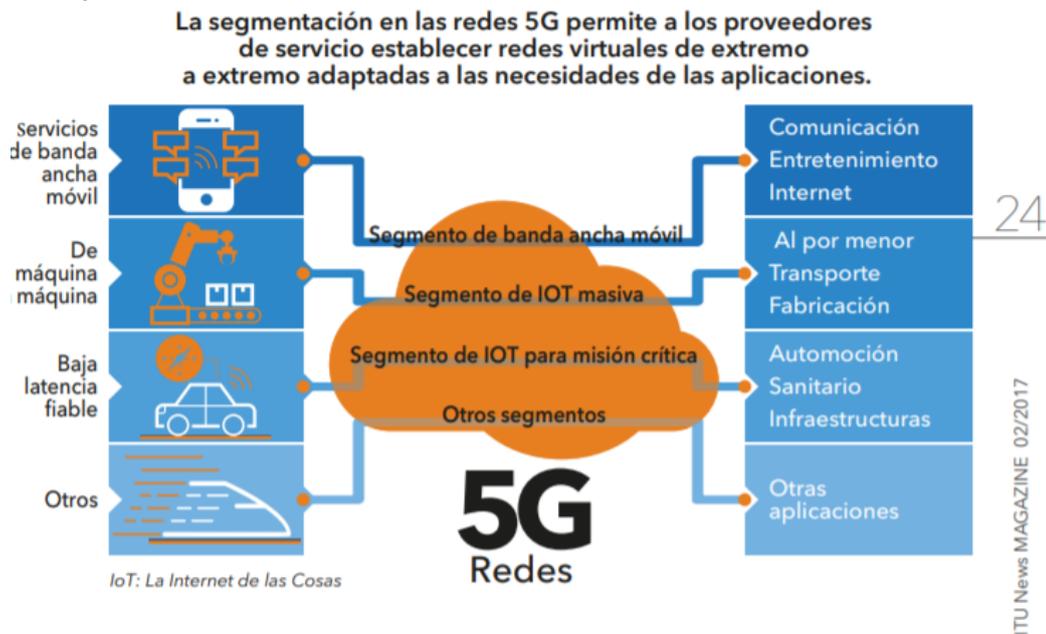
*Autor. Evolución 5G Carlos, Cris, 2017*

### 2.6.1 Espectro 5G

Basándose a través de la información del espectro 5G mediante la posición GSMA la cual es una asociación de operadoras aplicadas a la estandarización y la implementación de sistemas móviles GSM. Se hace mención acerca de las políticas mediante una enorme cantidad de espectro ya que vendría siendo muy esencial para ratificar de manera completa los trabajos y servicios 5G materializando el potencial de esta tecnología hacia el futuro.

Esta tecnología requiere tres bandas de frecuencia ya que estos son intervalos del espectro electromagnético las cuales son asignadas a distintas radiocomunicaciones, con el fin de brindar mejoras con respecto al crecimiento de sistemas móviles 5G. En efecto la elaboración se halla desarrollando esfuerzos destacados para enlazar las redes de quinta generación

**Figura 7**  
Ventajas de Red 5G



Autor. Red 5G, Leonel, Mendoza 2016.

### 2.6.2 Bandas inferiores a 1 GHz

Los espectros que sean menores a 1GHz serán usados para emplear y extender una cubierta de la banda ancha de red 5G de gran velocidad en las zonas campestres y urbanas para así cooperar a los servicios de internet de las cosas Lot: Mediante la extensión de servicios 5G.

### 2.6.3 Bandas entre 1GHz y 6GHz

Es la aparición de 1 a 6 GHz la cual otorga una combinación conveniente de capas de cobertura para los servicios de 5G ya que estos poseen una parte razonable de espectro de banda ancha, en consecuencia, ya ha sido identificado dentro de la gama específica, de manera que podría ser empleado para el uso de la primera ola de activación 5G.

Se destaca en mencionar que hay un creciente interés en emplear el espectro que topa en el rango de 3,3 – 3,8 GHz el cual tiene como base los servicios comerciales de 5G, donde el rango que esta aproximadamente armonizado es de 3,4-3,6 a nivel general y podría llegar hacia las tecnologías necesarias en dirección a instrumentos de bajo costo.

También se hace mención de diversos países los cuales están explorando la capacidad de emplear una parte de las bandas como las de 3,8-4,2 GHz entre otros espectros que están en el rango de 4-5 GHz. Así mismo operan otras bandas que existen en el rango de 1 a 6 GHz, las cuales son utilizadas hacia los servicios 3G y 4G que podrán ser gradualmente empleadas para 5G.

## **2.7 Principales desafíos de desarrollo Radio Cognitiva (CR)**

A las nuevas generaciones se les asignan nuevas bandas de frecuencia y un espectro más amplio. Ancho de banda por canal de frecuencia, pero hay poco espacio para nuevas bandas de frecuencia o más grandes anchos de banda del canal. Esto se debe a que el espectro ha sido y seguirá siendo un recurso escaso para la industria de la comunicación móvil. Históricamente, hasta ahora, la industria móvil ha confiado en el espectro dedicado para la comunicación móvil y con licencia para uno determinado.

Sin embargo, en situaciones donde el espectro con licencia no está disponible, otras posibilidades para aumentar la disponibilidad del espectro son de interés. Esto podría incluir el uso de espectro sin licencia, secundario. Se menciona que el espectro utilizado principalmente para otros servicios de comunicación, como complemento de la operación en el espectro con licencia. El espectro de transmisión no utilizado blanco espacio. Relacionado con esta el concepto de radio cognitiva, Sin embargo.

### **2.7.1 Análisis semántico de topología de red y datos para localización de alta precisión en redes 5G.**

Se realizó una búsqueda sobre sistemas inalámbricas 5G, mediante el cual tiene como objetivo resolver varias condiciones técnicas sin precedentes, el cual ha traído crecientes intereses en academias e industrias en los últimos años. La demanda de dispositivos en conexiones inalámbricas que ejecutan voz, datos y otras aplicaciones en las redes inalámbricas actuales. También se mencionan diversos rangos de frecuencia de las tecnologías de quinta generación (NR) .

Donde la mitad del espectro son d frecuencia de 30GHz y 300GHz la cual se las conoce como ondas milimétricas, estando en longitudes entre 24Ghz y 100 GHz de diversas regiones. Encima las frecuencias UHF (Ultra High Frecuencia) o frecuencia de ultra alta para la banda de frecuencia en donde se menciona que esta banda realiza la dispersión de ondas espaciales las cuales poseen una atenuación de 1 decibelios si coexiste el despegamiento entre el emisor y receptor por lo tanto las ondas electromagnéticas no deben superar los 180° si se precisa a que esta antena sea ubicada en un espacio libre.

## **2.8. Redes Comunicación**

### **2.8.1 Redes de Telecomunicación**

Es una estructura física que traslada referencias desde la causa hasta el destinatario. Las redes a partir de su arquitectura, así como sobre el método que transporta el informe de la clasificación de las redes tanto de difusión y redes conmutadas.

### **2.8.2 Red Conmutada**

La red se fundamenta en consistir la sucesión única de nodos y a través de comunicación de canales, posteriormente se dispone a transmitir la información por mecanismo del medio de un canal, donde ésta se dispone a un nodo que procesa lo necesario, para poder transmitirla por el siguiente canal para que este llegue al próximo nodo y precisamente trabaje de manera continua. Cabe mencionar que las redes conmutadas se las distribuyen en conmutación de paquetes y conmutación de circuitos.

### **2.8.3 Red de difusión**

En este modelo de redes poseen un canal donde están conectados todos los usuarios y cada uno se destaca en recibir todos los mensajes, sin embargo, extraen los mensajes identificados del canal con su respectiva dirección como destinatarios.

## 2.8.4 Redes de próxima generación ITU

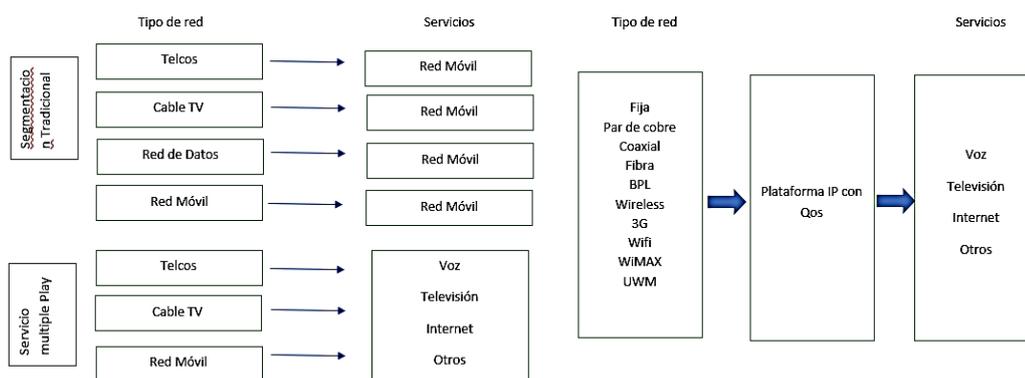
La preferencia moderna de incorporar cualquier tipo de servicio en un componente de una infraestructura de red IP la cual es impulsada por la convergencia de la radiodifusión está modificando el ambiente de los servicios que estos ofrecen, la cual se han propiciado en gran medida en dirección a las redes de la nueva generación NGN evidencia las carencias que tienen para remediar las IP como el servicio, la capilaridad, la fiabilidad, la seguridad. Para resolver estos enigmas.

## 2.9 Ventajas y desventaja respecto a la convergencia.

Emplear una misma infraestructura de red para acarrear y transferir distintos contenidos. La convergencia admite un incremento en la rivalidad, lo que favorecerá al consumidor con un crecimiento de la cobertura, mayor ofrecimiento de propuesta. Comunicación inmediata de forma rápida utilizando dispositivos con internet, permitiendo navegar en las redes sociales y correos electrónicos. (Gandotra, s. f.)

**Figura 8**

*Convergencia de redes*



*Nota. Red 5G, Andrés Noboa, 2020*

Desarrollos tecnológicos en el campo de reparación construcción basada en nanotecnología empleadas en todos los dispositivos teletrabajo Facilidad de Información para las búsquedas cotidianas tanto de ámbito laboral como académico (Gandotra, s. f.)

### **2.9.1. Estándares en telecomunicaciones**

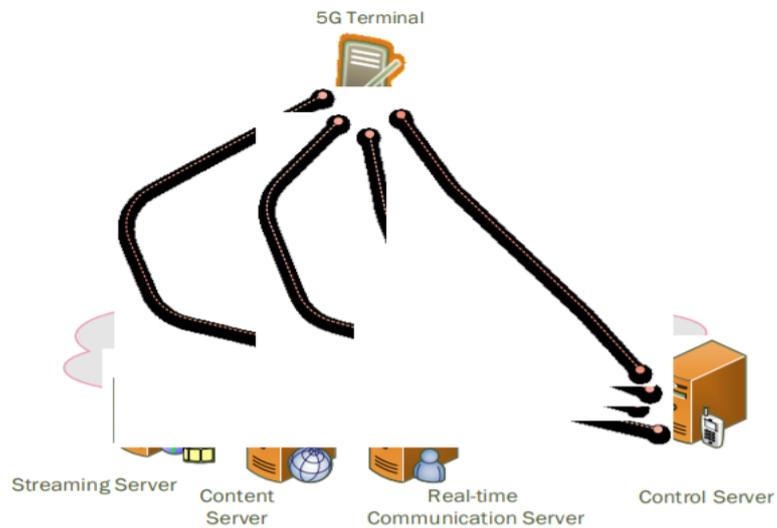
Un estándar o normalización es la redacción o asentamiento de reglas que constituyen para garantizar la acoplatura de los fundamentos establecidos para asegurar la calidad de los elementos que han sido identificados las cuales contienen explicaciones basadas en las especificaciones técnicas de diferentes criterios los cuales son precisos y permiten garantizar la propiedad de los elementos al ser gastado consistentemente como regular, guías definiciones de particularidad.(Miguel, 2017)

### **2.9.2. Arquitectura 5G y su sistema**

Para facilitar un poco su información esta proporcionará un letargo que permite la suficiencia para las tecnologías estandarizadas y una nueva tecnología de acometida radioeléctrico 5G. Cabe mencionar acerca de la mejora que tendrá la tecnología 5G, la cual afectará al crecimiento tanto económico como social de diversas maneras. Su conectividad de distancia cero será provechoso para 5G entre los instrumentos que permiten establecer una conexión, así como las redes 2G, 3G, 4G, además de las tecnologías aplicadas de interfaz radioeléctrica (RIT).(Miguel, 2017)

En la siguiente figura se procederá a mostrar la arquitectura de una Retransmisión de video digital (DVB) la cual es una organización que fomenta estereotipos de televisión digital , mientras que la red de acceso local de forma inalámbrica (WLAN) es un sistema de red que no necesita estar vinculado por medio de cables para establecer una conexión ya que está ubicada por unidades en un espacio geográfico de dimensiones limitadas y el sistema de satélite móvil el cual está cubierto y distribuido con 5G en su estructura (WPAN) el cual es una Red de Arrea Local inalámbrica creadas para un área personal , ya que su utilización brinda conectividad en diversos tipos de dispositivos. (Miguel, 2017)

**Figura 9**  
*Arquitectura de Tecnología 5G*

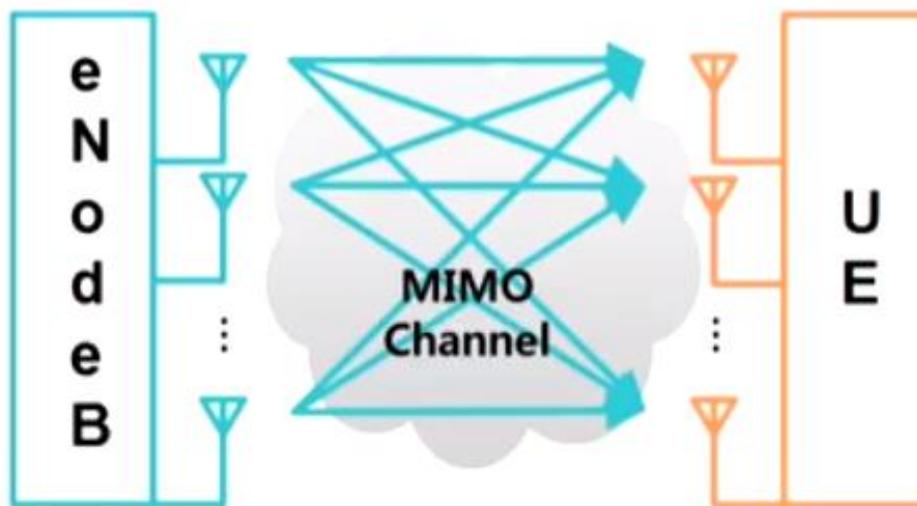


Autor: Tecnología 5G, *Marcos Villacis*, 2016.

### **Entrada múltiple salida múltiple**

Es importante mencionar que es una invención tecnológica el cual involucra la LTE ya que sirve para mejorar el procesamiento del sistema. Finalmente permite aumentar la rentabilidad basado en el rendimiento de datos y la capacidad espectral por medio de una Multiplexación por segmentación al momento de regalar o conceder frecuencias ortogonales

**Figura 10**  
*Entrada Multiple de salida multiple*



Autor: *Mimo*, *Macaro*, 2019,

### 2.9.3 Costo de 5G frente al costo de 4G

Se menciona acerca de una investigación basada en el costo de las redes hacia la mayor parte de los clientes de empresas móviles donde se muestra sobre altas facturas de servicios de datos y sobre los precios del megabyte de los datos que son proporcionados a baja en un 50% anuales (Mendoza et al., 2019). Una breve reseña de esto es que empezó con un costo de 1 a 3 centavos por datos, donde a finales del 2008 fue de 46 centavos por megabyte el cual no se pudo ayudar a reducir las facturas de los suscriptores dado al incremento de consumo de frecuencia de los medios de datos. Entonces pasar a la tecnología 5G se podrá resolver el factor problema que permitirá a los usuarios tener todas las herramientas increíbles con elevados servicios de datos, que pueden llegar a 50GB por usuario.(Mendoza et al., 2019)

Además, 5G permite al usuario descargar de manera rápida películas y series en 3D en seis segundo aproximadamente en lugar de seis minutos como lo hace 4G (Mendoza et al., 2019). Esto puede ser el principio de uno de los grandes cambios hacia la diferencia de red al usuario proveedor. Mediante la tabla se muestra lo básico entre la tecnología 4G y 5G los principios más considerados e importantes.

**Tabla 4**  
*Costo de 5G frente al costo de 4G*

| <b>Tecnología</b>              | <b>4G Tecnología</b>  | <b>5G Tecnología</b>  |
|--------------------------------|---|---|
| <b>Ancho de banda de datos</b> | 2Mbps to 1Gbps  | 1Gbps y Mas alta  |
| <b>Frecuencia Banda</b>        | 2 - 8 GHz [20]  | 3-300GHz [20],[21]  |
| <b>Principios</b>              | Toda unión de acceso que contiene: MC-CDMA, OFMDA, Network-LMPS [22]                  | CDMA and BDMA   |
| <b>Tecnología</b>              | Incorporated IP And seamless combination of broadband LAN/WAN/ PAN así como WLAN [22] | Incorporada IP y sin problemas fusión de banda ancha, LAN/WAN/PAN/ WLAN [22] y herramientas para 5G nuevos despliegue |

|                        |   |  |
|------------------------|---|--|
| <b>Servicio</b>        | Acceso dinámico a la información, transmisión HD , dispositivos que se pueden usar; itinerancia global; | Acceso dinámico a la información, transmisión HD, dispositivos que se pueden usar; cualquier solicitud de los usuarios; próximas todas las tecnologías; roaming global de manera eficiente;; |
| <b>Acceso multiple</b> | CDMA  | CDMA & BDMA  |
| <b>Red de núcleo</b>   | All IP Network  | Red IP más plana y red 5G Interfaz (5G-NI)   |
| <b>Clasificación</b>   | Banda ancha digital, paquetes de datos, IP  | Banda ancha digital, paquetes de datos Todos IP, Rendimiento muy alto  |
| <b>Manos libres</b>    | Horizontal & Vertical   | Horizontal & Vertical  |
| <b>Empezar desde</b>   | 2010 [19]   | 2015 o después [19]  |

Autor LTE *Miguel Luis*, 2016,

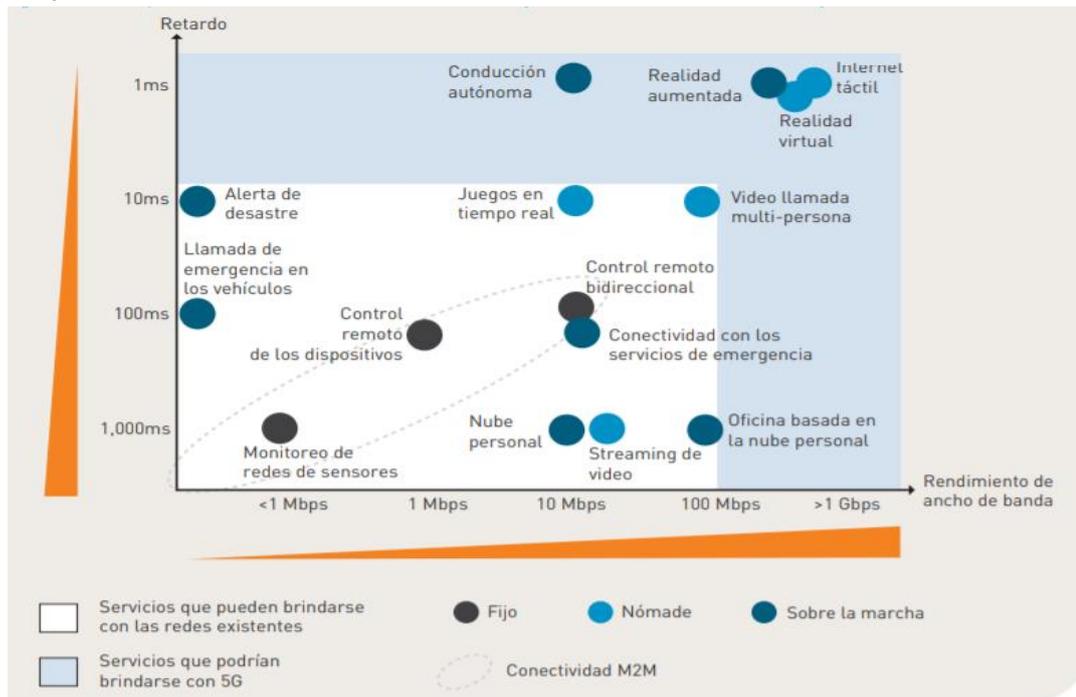
#### 2.9.4 Los servicios de redes de información, usos y protección.

El acceso a la ciencia a través del uso de las nuevas tecnologías de la información, desde hace feterminados años constituye un soporte para la adecuada supervivencia y mantenimiento de estándares de excelencia en todas las empresas del mundo y las universidades con las más variadas especialidades. La rapidez y confiabilidad en la transmisión de la comunicación, permite desarrollar cualquier proceso que implique flujo de información (OCDE-Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2019) .

La necesidad de la información digital ha traído conjuntamente, el surgimiento de todo un sistema de seguridad y protección de dichas redes con el objeto de mantener en confidencialidad, integridad y disponibilidad, toda la información de grandes consorcios de negocios, programas de estudios de diferentes disciplinas, mallas curriculares de carreras, incluso de altas instituciones del estado y de las fuerzas armadas; surgiendo estándares de buenas prácticas, que ayudan a las diferentes organizaciones a mejorar el ambiente de control y la administración de las tecnologías de la información (FEM - Foro Económico Mundial, 2018).

Conjuntamente en todos los órdenes, el avance de la informatización ha venido apareado al desarrollo de las redes de comunicación, con sus diferentes grandes segmentos de funcionamiento; lo que ha permitido la calidad de la comunicación entre las personas, perfeccionando en la actualidad las redes para llevar a cabo, el más mínimo intercambio de información, permitiendo con su uso, la existencia de una comunicación fluida, extensa y con la mayor tecnología posible (International Data Corporation, 2019).

**Figura 11**  
Esquemización de velocidad 5G



Autor: Gemalto, 2019,

La comunicación debe ser lo suficientemente eficaz, con características óptimas, para el intercambio de calidad, salvaguardando los derechos de los usuarios en el ámbito de la digitalización, entre los cuales se encuentra, la privacidad, tanto personal como de información profesional, lo que permitiría a los residentes, aumentar no sólo el uso las tecnologías digitales, sino además lograr el acceso a una comunicación donde los usuarios puedan sentirse cómodos accediendo a las nuevas tecnologías (Informe de amenaza de cibercrimen de Metrix: una entrevista, 2019).

A pesar de lo anteriormente expuesto, en la actualidad los medios realizan graves violaciones en cuanto al uso de las redes de comunicación, ya sea, 3G, 4G o 5G, lo cual presupone la implementación de políticas de seguridad en el uso de las tecnologías de la comunicación en cada una de las realidades, como son instituciones estatales, universitarias, de gobierno, entre otros; resultando en el uso eficaz y potencialmente técnico. Sin embargo, a pesar de todas las medidas de seguridad implementadas en todo el mundo, aparecen los ataques cibernéticos, lo cuales constituyen, la mitad de todos los delitos contra la propiedad, que tienen lugar en el mundo, ocasionando daños económicos que podrían sobrepasar el 1% del producto interno bruto (PIB) en diversos países (International Data Corporation, 2019) .

Para evitar el riesgo de filtrar información, internacionalmente son muchos los países que han implementado sistemas de seguridad en las comunicaciones digitales, sin embargo; dichas medidas no han resultado efectivas (BBVA Open Mind, 2017).

En América Latina y el Caribe, los medios para enfrentar los ciberataques son insuficientes al tratar de neutralizar, ataques que se producen en el ciberespacio (CEPAL-Comisión Económica para América Latina y el Caribe). sólo 7 países disponen de un plan de protección de su infraestructura crítica; del mismo modo 20 países han sido capaces de conformar un equipo particularmente especializado, en respuesta a eventos de filtrado de información, llamado CERT o CSIRT, según sus siglas en inglés, por lo que resultan insuficientes los medios con que se cuenta para la detección de ataques y la capacidad de responder eficazmente a ellos (Curioso & Espinoza-Portilla, 2015) .

En esta región las diferentes autoridades, independientemente del sistema socioeconómico, tienen conciencia de la importancia de proteger el espacio digital, este último se ha convertido en un elemento muy importante en el funcionamiento de una sociedad (OCDE-Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2019) .

La ciberseguridad, a pesar de ser en la actualidad una cuestión de seguridad nacional, no ha logrado tener una posición destacada, en la agenda política de los países miembros de la región, con la urgencia que se esperaría (Jacobsson, 2016). A comienzos del año 2020, en la América Latina, 12 países contaban con una estrategia definida de ciberseguridad (un aumento con respecto a los 5 que tenían este tipo de estrategias en 2016); De todos estos casos, 10 Estados han logrado un organismo que en su estructura, sea capaz de ser responsable de la seguridad de las redes (Cybersecurity Ventures, 2019) .

Existen muchos factores que influyen directamente en la dificultad del manejo de la seguridad en las redes de la región mencionada; uno de los elementos más destacados constituye la ausencia de personal calificado en forma adecuada, para la realización del trabajo de protección de las vías de información (AustCyber, 2019). La preparación en ciberseguridad exige de un personal con cualidades de excelencia, en cuanto a capacidad de preparación y a las actitudes en conducta de discreción y raciocinio. El Talento humano disponible para este tipo de responsabilidad con la capacidad acorde al perfil requerido, es un problema constante para los Estados ante una situación cada vez más agravante, especialmente por el enfoque de género, en el que aproximadamente un cuarto de los profesionales que son calificados para este trabajo, son mujeres (OEA-Organización de los Estados Americanos y ASI- Alianza por la Seguridad en Internet, 2019) .

Ante esta demanda de talento humano que resulta difícil de satisfacer, existen 20 países en América Latina que cuentan con alguna oferta académica para la preparación en ciberseguridad, que muestra que la formación de personal para la seguridad en las redes, debe ser un asunto de prioridad para todas las autoridades. El Grupo de Expertos Gubernamentales sobre los Avances en el Comportamiento Responsable del Estado en el Ciberespacio en el Contexto de la Seguridad Internacional (GGE), establecido por la Resolución 73/266 de la Asamblea General de las Naciones Unidas; y el Grupo de Expertos Gubernamentales de composición Abierta sobre los Avances en la Esfera de la Información y las Telecomunicaciones en el

Contexto de la Seguridad Internacional (GTCA), establecido por la Resolución 73/27 de la Asamblea General de las Naciones Unidas.

En los momentos actuales, ante la ocurrencia de la pandemia de COVID-19, se ha evidenciado la importancia de reflexionar y priorizar el progreso de la expansión de las TIC, las conexiones a internet y la ciberseguridad en todo el hemisferio (El Independiente, 2020). Las diferentes conexiones a internet y la ciberseguridad en el hemisferio, muestran cada día una dependencia más profunda sobre el ciberespacio, en cada momento de crisis se evidencia la necesidad de realizar transformaciones más profundas en nuestras sociedades y nuestras economías, para garantizar la ciberseguridad a nivel mundial. (Telecommunications & Integrated Applications, 2020).

La dependencia de las redes no ha tenido mayor expresión que la Pandemia de la COVID 19, como ya fue expresado anteriormente, en ciertos países la tecnología 5G permitió aumentar la comunicación y el intercambio de información, para poder detectar a las personas infectadas, evitando así la diseminación de la enfermedad, por permitir la obtención de información en tiempo real, facilitando la conexión de múltiples dispositivos con una latencia mínima y un gran ancho de banda (cnbc.com, 2020).

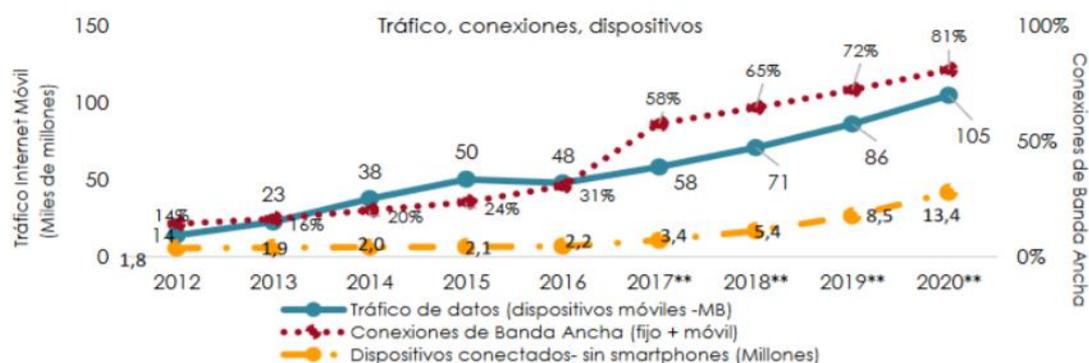
En China, por ejemplo, ante la pandemia determinaron el desarrollo y el uso de herramientas en informatización, lo cual permitió disminuir el número de pacientes en la red de hospitales. Durante semanas la dirección de salud del país utilizó las plataformas digitales para descongestionar los hospitales (<https://digitalpolicylaw.com/>, 2020). Otro ejemplo fue el Hospital de Xuhui, en Shanghai y el Hospital Occidental de China de la Universidad de Sichuan, donde utilizaron la tecnología digital 5G, ZTE y China Telecom, transformando la capacidad de control en las condiciones de permanencia de las personas en casa, esta estrategia de salud, fue imprescindible en el momento del pico del brote (Srinivasan, 2020) .

Los operadores de telecomunicaciones implementaron un sistema de distribución interior 5G que permitió realizar consultas médicas por video a

distancia y la conexión entre diversas clínicas del país (Fitch Ratings: “Coronavirus Crisis Is Crushing Global GDP Growth”, 19 de marzo de 2020).

**Figura 12**

*Evolución de tráfico, conexiones y dispositivos*



Autor : MinTIC, DNP, OCDE, 2016,

Cabe resaltar que es importante la tecnología de 5G ya que cambiara diversas formas en el uso del internet, al momento de brindar múltiples conexiones entre diversos dispositivos por ende se requerirá de grandes velocidades la cual implica desafíos que representen lo importante que sería la elaboración de una red 5G en el país (Constain, 2019).

**Tabla 5**

*Velocidades para uso de servicios tecnológicos*

| Usos  | Ancho de banda requerido (Mbps) |
|---|---------------------------------|
| <b>Manufactura avanzada</b>                     | Entre 38 y 74                   |
| <b>Preparación para emergencias y seguridad</b> | Entre 6 y 18                    |
| <b>Educación y capacitación</b>                 | Entre 38 y 74                   |
| <b>Tecnologías de la salud</b>                  | Entre 38 y 74                   |
| <b>Redes limpias de energía y Transporte</b>    | Entre 2 y 3                     |
| <b>Monitoreo de clima y aviones</b>             | Entre 38 y 74                   |
| <b>Uso de video interactivo en 3D</b>           | Entre 77 y 148                  |

Autor: Velocidades de referencia adaptadas a los servicios tecnológicos, Jorge.G, Barrera,M (CEPAL, 2016),

## **2.9.4 Estrategia de ciberseguridad en países de América Latina.**

### **Bolivia.**

Este país ha dado pasos iniciales, con el objetivo de mejorar su seguridad cibernética. En este sentido el senado boliviano aprobó en el año 2017 una ley que declara, la implementación de una estrategia de seguridad cibernética, lo cual se encuentra legislado en el Decreto Supremo N° 2.514 de septiembre del 2015, luego de haber creado la Agencia de Gobierno Electrónico y Tecnologías de Información y Comunicación (AGETIC), que tiene como objetivo rectorar la construcción de una soberanía científica y tecnológica (<https://www.cgii.gob.bo>).

### **Brasil.**

Este país cuenta con una Estrategia Nacional de Ciberseguridad, en la que fue creado un modelo de funcionamiento centralizado, donde se promueve la coordinación, entre todos los factores relacionados nacionalmente con la ciberseguridad (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2020). Esta establecido que las instituciones estatales o no, realicen periódicamente evaluaciones de riesgo cibernético, para poder tomar experiencia de las lecciones aprendidas de los principales eventos ([ciberseguridad.interior.gob.cl](http://ciberseguridad.interior.gob.cl)). En Brasil se ofrecen cursos para los estudiantes universitarios con el objetivo de mejorar la preparación en el dominio de las tecnologías de la información (CSIRT-Equipo de Respuesta ante Incidentes de Seguridad Informática, 2020) .

### **Chile**

Este país cuenta con una estrategia nacional de seguridad cibernética desde abril de 2017, con el propósito de lograr puntuales objetivos para el año 2022, entre los que se encuentran: Disponer de una infraestructura de información sólida; tener garantizados los derechos de los individuos que manejan las redes de la información; lograr un desarrollo de planes basados en la educación; las buenas prácticas y una alta responsabilidad en la gestión de tecnologías digitales.

### Colombia.

Este país tiene establecido desde el año 2016 lineamientos precisos relacionados con la ciberseguridad. Existe un coordinador general de seguridad, Colombia es donde por primera vez se incluyó esta política de seguridad digital, que incluyen el gobierno, y las entidades privadas (CONPES 3701 De 2011 , 2011)

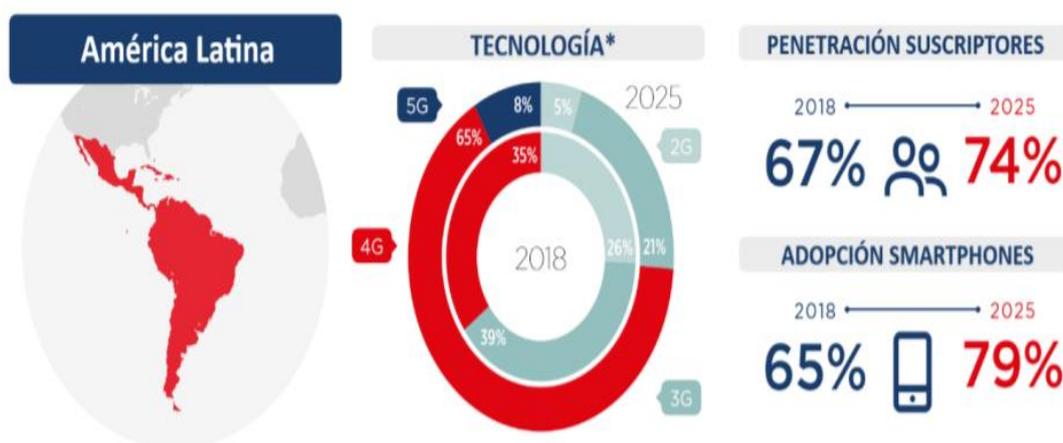
Los residentes uruguayos, cuentan con la posibilidad de continuar estudios donde tienen amplias oportunidades de aprender elementos relacionados en seguridad cibernética, tanto a nivel de grado, como de posgrado. El ministerio creado para realizar la seguridad de las tecnologías de la información, el MinTIC, ha brindado becas a funcionarios del sector público en las áreas de seguridad digital y ciber defensa.

### Costa Rica.

A pesar de que, en el año 2017, presentó su estrategia de seguridad, desde el año 2012 este país, creó un CSIRT nacional bajo el MICITT a través del Decreto N° 37.052, con el objetivo de integrar a los diferentes sectores interesados con información y seguridad cibernética, lo que ha permitido responder a los incidentes cibernéticos contra las instituciones gubernamentales. El CSIRT-CR forma parte de la red CSIRT Américas ([www.pgrweb.go.cr/scij](http://www.pgrweb.go.cr/scij), 2012).

**Figura 13**

*Evolución de conexiones y dispositivos*



Autor: La economía Móvil GSMA-2019

### **2.9.5 Estrategia de seguridad cibernética en el Ecuador.**

En Ecuador no se cuenta aún, con el diseño e implementación de una estrategia de seguridad cibernética. A pesar de lo expuesto; han ocurrido avances muy significativos, en la mejoría de las capacidades cibernéticas y el eficaz enfrentamiento de las amenazas a las redes, lo que está apoyado en la creación de un grupo de trabajo, que logre desarrollar una estrategia nacional de ciberseguridad (Cybersecurity Ventures, 2019).

Para el desarrollo de una estrategia de ciberseguridad a nivel nacional, se estableció un equipo de respuesta ante la incidencia de eventos cibernéticos en el país, para lo cual fue creado el EcuCERT, el cual a su vez depende de la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) (FEM-Foro Económico Mundial, 2018).

Este equipo aporta asesoramiento técnico a todo el país, con el objetivo de identificar, evaluar y planificar, los diferentes niveles de preparación en seguridad cibernética nacional, lo que permitirá contar con un conjunto de elementos técnicos, estratégicos, normativos y de gobernanza, que permitirán al gobierno garantizar una Estrategia Nacional de Ciberseguridad. CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), Sexta Conferencia Ministerial sobre la Sociedad de la Información en América (Latina y el Carib., 2018)

## CAPÍTULO III

### ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS PARA UNA RED 5G

#### 3.1 Síntesis para el diseño de una red 5G

Antes de dar inicio al proceso de análisis que se permitira para diseñar una red 5G para su adecuado funcionamiento en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, fundamentalmente se debe realizar ciertos datos importantes que permitan entender sobre la relevancia de lograr la aplicación de una Red 5G en el campus de la UCSG

Un elemento clave en el análisis para una implementación, es aumentar y desarrollar nuevos contenidos informativos para mejorar la manera y calidad de enseñanza, ya que esta permitirá llevar a cabo su Función primordial la cual tendrá como propósito manifestar al estudiante las ventajas de tener y conocer acerca de las redes 5G. Con el fin de simplificar la comunicación sobre el uso de la transmisión de datos, que permita realizar inversiones a través de modernas técnicas de indagación y a la aprobación de las mejoras de la infraestructura de red actual.

Varios de los datos que se menciona a continuación son bastante simples, pero están envueltos en una simplicidad que solo suprime partes difíciles para facilitar mayormente la falta de información del mensaje que se desea llegar, y que permita el logro de los cambios que se pretendiera obtener con el estudio. Ciertos elementos fundamentales que deben garantizar su comprensión son los siguientes:

- La Red 5G no es la Red 4G no es tan minimalista como una versión más de algo novedoso.
- La Red 5G es una nueva red de tecnologías destinadas a un entorno totalmente nuevo, la cual aporta circunstancias y nuevas necesidades.

Esto implica comprender más el contexto de la realidad global que gobierna cada aspecto de nuestras vidas, es decir, las vidas de las personas

que habitan en los espacios de un mundo sometido a una dinámica de cambios constantes.

El cual se basa en buscar los datos más recientes, el cual se revisa brevemente algunas muestras significativas de lo que estaba ocurriendo en años anteriores-.

- Actualmente en el mundo cuenta con cerca de 6 mil millones de suscripciones de telefonía móvil
- 200 millones de Celulares inteligentes se vendían cada trimestre
- 120 millones de aplicaciones móviles se descargan a diario
- 4 mil millones de videos son vistos por YouTube cada día
- Existen 3 mil millones de perfiles en redes sociales a nivel global
- Cerca de mil millones de usuarios tienen perfil activo en Facebook, y 600 millones lo hacen desde un teléfono móvil
- Actualmente ahí ~200 mil millones de fotos en Facebook
- ~500 millones de cuentas en Twitter
- ~200 mil tweets promedio por cada minuto

Los datos anteriores han quedado descontinuos frente a las estadísticas actuales el cual se podría obtener al día de hoy, por lo que no sería relevante -aunque como dato sería significativo- para comprender hasta donde ha llegado la necesidad de poner a punto la infraestructura de redes mediante un espacio habitual de desempeño, como en el caso de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.

### **3.2 Relación de redes móviles 5G**

Con las redes 5G se menciona la Big Data la cual son datos masivos a gran escala el cual hace referencia a conjuntos de datos grandes y complejos el promisorio Machine Learning, que son elementos accesorios que se desprenden con méritos propios pero que no son de menor peso de importancia que el soporte que brinda la revolución llegada con las redes 5G. La presencia de estas tecnologías comienza a diferenciar entre la utilización de diversos sistemas la cual se demuestra una gran aportación o beneficio

hacia el futuro ya que muestra resultados inmediatos. Al referirse a aquellos sistemas, se debe comprender que se proporcionan herramientas de búsqueda y precisión, considerando que no es nada infame el cual se logre sintetizar una tecnología que sea capaz de aprender automáticamente mediante el reconocimiento de patrones identificando “puntos de conexión” entre miles de datos explorados y así establecer una conclusión prominente sobre algo que se pueda estar evaluando o estudiando.

Para tener una idea de por sí se asimila que lo típico sería el mundo desde hace tres años hasta la fecha actual, el cual se podrá visualizar de manera eficaz el cual se va al siguiente esquema:



La interacción de información que fluye entre todas estas capas interrelacionadas de datos mejora continuamente. Lo cual implica que cuando se interactúa con las aplicaciones, a veces sorprende la aparición de datos que provoquen un gran impacto en lo personal. Ello implica que estos sistemas mejoran de forma autónoma con el transcurrir del tiempo, y sin la necesidad de la intervención humana. Analizando los datos ante la demanda de perfiles profesionales con formación tecnológica y académica que viene formando la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, se logra no solo la instalación de una infraestructura de Red 5G versátil, también su función dotada de infraestructura completa, apegada a los exigentes

estándares internacionales; sino que también se consigue debido a ese hito, obtener un destacado prestigio académico no solo por la confluencia de profesores bien formados en el dominio de avanzadas tecnologías sino que adicionalmente también por la calidad de los estudaientes matriculados y egresados.

Se podra tener docentes capaces de analizar y comparar si la calidad de sus servicios ha bajado al punto de disminuir la condición hacia el estudiante en las instalaciones y por su puesto en la educación al momento de traer profesores honestos y también cabe mencionar acerca de la disminución de la matrícula del alumnado por el declive de sus servicios. La Universidad tiene muchos datos de su población académica, que seguramente emplea para facturar o solicitar exenciones o sub exenciones para hacer algunas estadísticas. La cual se pueden emplear para predecir cuándo un profesor se puede jubilar a dar de baja por alguna falta de progreso en sus expectativas profesionales no satisfechas hacia la Universidad. De este modo la Universidad puede gestionar mejor la acción que evite la pérdida de un activo de valor que no se refleja en sus balances pero que termina afectando la calidad y prestigio en trayectoria que ha venido siguiendo como Universidad por convertirse en una Institución de buena calidad.

El punto es que las redes 5G son el acceso que da inicio hacia grandes cambios que otorgan conocimientos los cuales proporcionan información para mejorar la transmisión de la comunicación y transferencia de datos que son de manera continua hacia cualquier Institución o empresa. En pocas palabras, es mencionado cómo una gran ventaja para hacer pasar a una organización de ser una institución o empresa pasiva que se encarga de no modificar ningún acción a convertirse en una organización completamente proactiva e informada anticipadamente. Los datos históricos del conjunto formado por estudiante , profesores, y otras actividades del campus, debidamente organizados y tratados en bloque, generan una potente base de datos que se puede explotar para hacer prospección sobre el futuro, especialmente del comportamiento que favorecen o mejoran los objetivos académicos de la

Universidad y para evitar anticipadamente aquellos que les puedan resultar perjudiciales.

Por la cual la gran cantidad de datos resulta imposible de ser analizada por un grupo de personas, por lo que nada mejor que los algoritmos que pueden detectar patrones de combinatoria y de comportamientos según las variables que se registran con más frecuencia y que permiten descubrir cuáles son las que han llevado a producir posibles decisiones a ser evitadas en el campus o en la Facultad, y que a su vez puedan ir mellando su prestigio académico, un escenario que no contribuye a la formación de su matrícula y de posibles egresados.

### **3.3 Normalización hacia la Facultad con 5G**

Lo indicado en el párrafo anterior solo se relata de hechos especulativos del potencial de transformación que ha de conformar una gran parte de los servicios a la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo la cual podría aportar al País o empresas de entidades externas , tal y como ocurre en las mejores y más prestigiosas Universidades del mundo, donde la experimentación y alianza con corporaciones de tecnología eleva la calidad no solo de la investigación, a innovación y el desarrollo, sino que se les considera en buena medida precursores de lo que posteriormente es aplicado con éxito en otros ámbitos empresariales, gubernamentales e institucionales.

Al diseñar una red 5G en la Facultad, se puede medir y determinar el siguiente conjunto que se verá realizado de forma habitual mediante un funcionamiento a nivel global en los siguientes meses en un horizonte que no vas más allá quizás del año 2023:

- 1000 capacitantes de red móvil que en la actualidad.
- Cientos de Miles de dispositivos inteligentes dando servicio a la población académica del campus, similar en relación a lo que 70 mil millones de dispositivos inalámbricos estarían dando como servicio a más de 7 mil millones de personas en el mundo. En una relación de 70:1

- 10 veces más de capacidad de acceso a usuarios que lo disponible en la actualidad.
- Ahorro de Energía: 1/10 de consumo energético
- Reducción del ciclo de tiempo medio de creación de servicios de 90 horas a 90 minutos.
- 5 veces menor latencia de extremo a extremo
- Acceso ubicuo a 5G, incluso en zonas de baja densidad

### **3.4 Requerimientos de Red 5G**

En concepción de análisis y diseño de la infraestructura de red que dará soporte a las comunicaciones inalámbricas que debe tener la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo se debe comprender el legado de la base instalada en la infraestructura actual, vale decir con esto que no se trata meramente de cambiar de operador, sino de la convivencia pacífica de la 5G y el LTE. El término 5G es la denominación colectiva que se ha dado para designar la quinta generación de tecnología móvil celular. Y la LTE, como se especificó en el Capítulo II denota Evolución a Largo Plazo (Long Term Evolution), es decir Tecnología 4G. Ambas tecnologías se encuentran en mayor o menor grado coexistiendo en el corto y medio plazo.

En la medida en que su implementación se vaya desarrollando en la Facultad, se comenzarán a notar las principales ventajas que proporciona la 5G sobre la tecnología 4G LTE no solo en velocidad y espacio de espectro radioeléctrico sino también que la 5G a su vez emplea una tecnología de radio mucho más avanzada, con una latencia mucho más baja que la red de 4G, es decir menores retardos por la demora en la propagación y difusión de paquetes de información dentro de la red; lo que a su vez propiciará nuevas aplicaciones en el espacio denominado el Internet de las cosas (IoT).

Las aplicaciones de la 5G en cualquier campus universitario no solo se pierden de vista, sino que son consustanciales a la urgencia en la demanda por adquirir conocimientos e información a una velocidad superior a la actual; haciendo de esta disponibilidad una cuestión de diferenciación en el

aprovechamiento de recursos académicos. La idea de navegar por Internet a una velocidad mucho más alta que la actual mientras que en paralelo se garantiza que más dispositivos se estén conectando al mismo tiempo, proporciona un enorme potencial de posibilidades para estructurar novedosos servicios en el recinto universitario, llevándolo a dar un salto evolutivo enorme. Solo basta echar una refrescante mirada al estándar oficial aprobado para ir imaginando con ensueño futurista lo significativo que será el 5G para los siguientes años.

Empresas globales como AT&T, Verizon y T-Mobile han presionado mucho para lograr el despliegue de 5G para alcanzar su implantación desde el año pasado y el vigente año pandémico 2020, que con la crisis desatada por el virus ha trazado la aceleración de esta nueva generación de red móvil, causando también algunas protestas en varias regiones por ser el vehículo supuesto portador y difusor del covid-19, una de las ideas más extrañas que ha sido adoptada por diferentes grupos de protesta. Sin embargo, a pesar del enorme patrocinio y anuncios de planes pilotos para 5G, con compras de espectro, aún no existe una adopción uniforme sino más bien algo parcial en diferentes regiones del mundo. La 3GPP acordó la especificación para la 5G NR (New Radio), de tal manera que los proveedores y los fabricantes de hardware podrán llevar 5G reales y no falsos a los consumidores. Las especificaciones completas abarcarán el soporte para el espectro de baja frecuencia (600MHz, 700MHz), rango medio (3.5GHz) y alta frecuencia (50GHz). Esta aprobación significó por supuesto que los fabricantes de chips ya han comenzado a desarrollar las piezas basadas en el silicio que funcionarán con las redes 5G. Incluso los miembros del 3GPP ya han precisado las especificaciones para lo que finalmente será el reemplazo de la 4G LTE: es decir, una 5G completamente independiente. Algunas de las tecnologías clave previstas son las siguientes:

- Un concepto completamente nuevo en el control de la red: "Deconstrucción de la Red"
- Convergencia fijo-móvil, Y, integración con procesos de negocio
- La virtualización de la red como base fundamental

- La nueva interfaz aérea, que combina el acceso de alta capacidad y de muy bajo costo para las terminales de muy bajo tráfico.
- Transmisión en vivo integrada
- Acceso sin SIM

Es bien sabido que 5G es un término general que hace cobertura a muchas tecnologías diferentes, por tanto, es complicado separarlo de todo, cuando existen algunas coincidencias con la 4G LTE. La alta velocidad que auténticamente diferencia a 5G de cualquiera de los sabores 4G LTE requiere de bandas de alta frecuencia llamadas ondas milimétricas (mmWave). Las altas frecuencias contienen un ancho de banda más elevado, por lo que se hacen adecuadas para sostener la conexión en ambientes de alta afluencia como por ejemplo un recinto universitario o un estadio de fútbol.

Lograr que esto funcione de manera eficiente depende de una enorme cantidad de entradas múltiples y de salidas múltiples (MIMO) y de la conformación de haces. En el caso de las estaciones de base 4G, se suelen emplear una docena de antenas para transmitir y recibir datos, pero debido a la gran cantidad de MIMO, las estaciones base 5G pueden admitir hasta un centenar de antenas. Vale destacar que estas frecuencias a pesar de ser más altas por tratarse de ondas milimétricas (mmWave) son también mucho más fáciles de bloquear puesto que la multiplicidad de antenas puede crear una mayor interferencia. No obstante, la conformación de haces se usa para identificar la ruta más óptima para cada dispositivo de usuario conectado, lo que contribuye a reducir la interferencia, mejorando las posibilidades de que las señales que fueron bloqueadas lleguen a su destinatario final.

Sin bien en la infraestructura de red que actualmente pueda existir en la Facultad con base instalada 4G LTE emplea una poca cantidad de repetidores de señal repartidos ampliamente, la instalación de una 5G va a requerir de una buena cantidad de celdas diminutas distribuidas como ramas la cual están ubicadas en el recinto universitario. De ahí a importancia de concientizar a las autoridades universitarias para comprender que la instalación de estas mini estaciones base para la red 5G representa un desafío en cuanto a inversiones

y tiempo para colocación en las partes más elevadas del campus, en las áreas laterales de edificios aledaños y en cada poco ciento de metros de los centros urbanísticos al campus.

### **3.5 Componentes de Estructuración de la Red 5G**

La red 5G es uno de los temas más importantes en el ámbito industrial, empresarial y académico en cuanto a su actualidad dentro del mundo de la telecomunicación móvil. Comprender su disposición de cara a una instalación en el recinto universitario es fundamental porque proporcionará la base de oportunidades interesantes para el desarrollo técnico de la Facultad. Por tal motivo hemos querido realizar este trabajo, pero proporcionando al mismo un tono más ligero en este capítulo y en este apartado, para que se comprenda mejor los conceptos básicos que encierra el 5G, sin acudir demasiado a los fundamentos técnicos y al empleo de terminología compleja. Por tanto, intentaremos desmitificar la complejidad de una estructuración de red 5G para que se haga de manera entendible pero concreta y que sirva también como trabajo pionero para futuros estudiantes de la Facultad, como también para otros interesados en el tema, que tengan o no conocimiento previo sobre los aspectos de la comunicación móvil.

No obstante, la Facultad, deberá iniciar preparativos para afrontar el desafío 5G, porque los principales patrocinadores globales del 5G no solo abarcan a la telefonía móvil, sino a los estándares que desarrollan la Industria 4.0 y la inteligencia de los dispositivos y por tanto también la llamada inteligencia de las cosas. A tal efecto es fundamental tener una visión amplia que prevea estar a tono con los objetivos de diseño que vienen incorporando los fabricantes de chips y de la industria de dispositivos. Ciertos de los parámetros referenciales con los que debe contar la estructuración de una red 5G en la Facultad de Educación Técnica para el desarrollo, son los siguientes:

- 10-100 veces la tasa máxima de datos
- 1000 veces la capacidad de la red
- 10 veces la eficiencia energética
- 10-30 veces una latencia más baja

Los parámetros básicos anteriores son el comienzo de referencia, ya que metafóricamente son las principales piezas mayores del rompecabezas de la estructuración, pero también base fundamental de una perspectiva holística que hace más comprensible la implantación, para luego adoptar paulatinamente un enfoque de diseño interdisciplinario. Por tanto, una visión concertada sobre los fundamentos de la red 5G a confeccionar, evitará construir un sistema esporádico y desarticulado. En esencia hay que lograr enfrascarse de los detalles tecnológicos, porque serán los bloques de construcción más básicos para cimentar las bases fundacionales de la red 5G que a su vez debe propiciar la adopción futura de mejoras incrementales y al mismo tiempo, representar una plataforma básica, bien documentada y reglamentada para entregar nuevos servicios y aplicaciones.

También parte del objetivo declarado al principio del presente trabajo con el fin de fundamentar la estructuración de una red 5G en nuestra alma mater es aprovechar los esfuerzos de investigación que actualmente ya se materializan con soluciones que están saliendo al mercado, con tecnologías ya probadas y con una hoja de ruta que tiene horizontes bien demarcados como declaraciones de propósito de conglomerados corporativos y de varias naciones. Para el caso de la Facultad, no solo se considera los componentes de red móvil 5G, sino que también se examina la perspectiva del Internet para permitir cómo ambos pueden trabajar haciendo sinergia para proporcionar una conectividad de extremo a extremo para futuros servicios 5G que requiera la Facultad.

Hasta qué punto será posible desarrollar perspectivas de servicio basadas en la noción de nubes móviles como una tecnología y servicio que permita proporcionar aplicaciones calientes de intercambio investigativo de la Universidad con otras Instituciones educativas y gubernamentales del Ecuador, con intercambios de recursos basados en la nube con una multitud de recursos potenciales que pueden ser compartidos dentro de una nube específica entre múltiples nubes interconectadas. Es todo un paradigma que permite elaborar una plétora de posibilidades para compartir recursos y

conectividad, abriendo nuevas oportunidades de negocio y comercio dentro de la universidad entre sus múltiples partes interesadas.

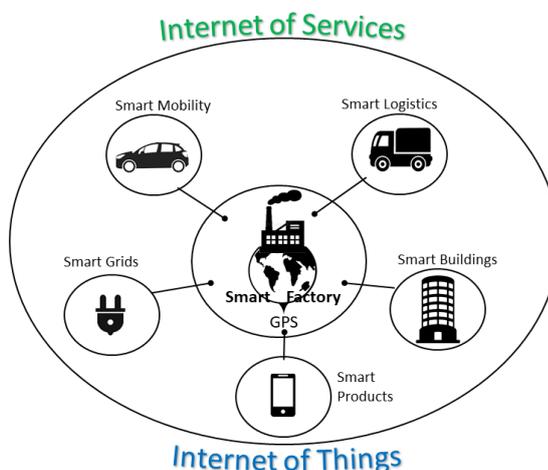
Otros enfoques más aleccionadores en la aplicación de una solución de servicios para el estudiantado, se basaría en soluciones híbridas, con una banda ancha que proporcione video de alta calidad de forma dinámica e interactiva para acceder a conferencias o congresos estudiantiles, clases magistrales, talleres de formación, etc., que requiere de una solución eficiente para una emisión convergente que pueda estar siendo ejecutada bajo demanda por un grupo nutrido de estudiantes, o incluso alguna forma de especialización académica que esté realizando un profesor en materia de investigación e innovación. No se puede perder de vista que las comunicaciones 5G tienen como objetivo proporcionar un gran ancho de banda de datos, una capacidad infinita de redes y una amplia cobertura de señal para apoyar una rica gama de servicios a estudiantes que deben aplicar conocimientos a la realidad de una sociedad que demanda también mejores profesionales.

Con todo lo promisorio que luce el panorama, con las técnicas innovadoras para integrarse a múltiples servicios que existirán, también parte del éxito dependerá de si los usuarios finales pueden confiar en esta nueva y muy gigantesca monstruosidad de la comunicación, es decir si serán capaces de confiar plenamente en la tecnología 5G. Y la razón es que muchos de los futuros que se vive y que ya empiezan a emerger con las aplicaciones que se baja al móvil y los escenarios que se plantea, se basan en que como usuarios finales de muchas aplicaciones se debe desprender de mucha información confidencial sobre los consumidores. Datos que serán descargados, cargados y procesados a través de redes 5G. Por ejemplo cuando se interactúa con una plataforma de Fintech, éstas se rigen por cierta cantidad de directivas de seguridad como la iniciativa KYC (Know Your Client) donde se debe escanear el documento de identidad o pasaporte, mediante una serie con el mismo dígito y enviar elementos que sean validadas como la identidad y residencia, muchas veces sin tener claridad de si tales datos pueden ser replicados en otros sitios y usados para fines poco confiables.

Por tanto, la seguridad es de suma importancia, siendo éste un elemento que abordaremos más adelante como parte de los objetivos de cumplimiento de este trabajo al momento de realizar el diseño de una red 5G para el precinto universitario, y donde presentaremos ejemplos representativos de las posibles amenazas a los principales componentes de los sistemas 5G, y así entender un poco los futuros problemas de seguridad y los desafíos que esperan en la era de las redes 5G.

### 3.6 Estructuración de la Red 5G

Un aspecto medular en el análisis de una red 5G es comprender con criterio bien amplio el ingente aumento de tráfico móvil que comenzará a devenir con la proliferación de dispositivos móviles, así como con la adopción acelerada de dispositivos móviles que necesitan datos, no sólo los celulares inteligentes, sino la nueva generación de dispositivos provenientes de la Industria 4.0.



Además del aumento en la tasa de adopción de estos dispositivos móviles de alta gama, un factor importante es el asociado al incremento del tráfico móvil en la creciente demanda de medios multimedia avanzados con aplicaciones como la Ultra-High Definición (UHD) se describe cómo una dimensión en formato de video digital video 3D, así como la realidad aumentada y la experiencia de inmersión. Elementos que seguramente se incorporan como parte de los servicios deberá prestar de forma gradual la red 5G de la Facultad. Aunado a lo anterior, tenemos que el video móvil representa hoy en día más del 50% de las comunicaciones móviles mundiales.

También el tráfico por redes sociales que se ha vuelto vital para los usuarios móviles, introduciendo nuevos comportamientos de consumo y una cantidad de tráfico considerable.

Aparte del enorme crecimiento de tráfico, el creciente número de dispositivos conectados, impondrá otro desafío a la futura homogeneizada red 5G. Esto debido a que también se prevé que todos estemos conectados en la sociedad, bajo el paraguas de Internet de Todo (IoT) donde decenas o cientos de dispositivos servirán a cada persona. La infraestructura celular del 5G y su soporte al Big Data permitirá que llegemos a ver con más frecuencia a las ciudades inteligentes que mencionamos en el Marco Teórico. Los datos se generarán en todas partes, ya no solo por parte de las personas, sino también por las máquinas para ser analizado en tiempo real para inferir información útil, que abarca desde los hábitos y preferencias de las personas hasta la condición del tráfico en la calle y la vigilancia de salud de los pacientes y personas de tercera edad como se ha visto con las aplicaciones descargables para detectar contagiados por el covid-19.

Las comunicaciones móviles desempeñarán un papel fundamental para permitir un transporte eficiente y seguro al habilitar que los vehículos se comuniquen entre sí o con una infraestructura instalada en las vías de carretera para advertir o incluso ayudar a los conductores en caso de peligros invisibles, allanando el camino hacia los autos autónomos; algo con lo que y se viene experimentando en la actualidad. Este tipo de comunicaciones de máquina a máquina (M2M) requieren una latencia muy estricta (menor de 1 ms), lo que impone nuevos desafíos a la red del futuro. El crecimiento del tráfico móvil 1000 veces mayor junto con los millones de dispositivos conectados está empujando a la telefonía celular a una red ubicua de banda ancha con capacidad extrema y eficiencia energética.

En este contexto se hace necesario definir un plan de plegamiento que permita identificar la disminución de 10 grandes bloques o piezas de construcción que son claves para confeccionar una red 5G en nuestra

Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Estos pilares son los siguientes.

**Tabla 6**

*Controladores relevantes para el caso de uso de IoT*

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Conductoras del consumidor | Aumento de las conexiones móviles y el uso de datos                                  |
|                            | Comunicaciones y entretenimiento de próxima generación Expectativas de confiabilidad |
| Impulsadoras de negocios   | Productividad Incrementada   |
|                            | Servicios mejorados/nuevos   |

Autor. Andrés Noboa 2020

### 3.6.1. Evolución de los RAT (Radio Access Technology)

Es probable que afrontemos no solo un RAT sino un conjunto o colección de RATs, incluyendo la evolución existente que ha sido complementada con novedosos diseños revolucionarios. La primera y más económica solución para abordar la crisis de capacidad de 1000x es la mejora de los RAT existentes en expresión de SE, EE y latencia, así como el apoyo a la distribución flexible de RAN (Radio Access Network) entre múltiples proveedores. En lo específico, la preexistencia de LTE necesita evolucionar para apoyar el MIMO masivo/3D para explotar aún más el grado espacial de libertad (DOF) a través de la formación avanzada de haces multiusuario, para mejorar aún más la interferencia.

### 3.6.2 Despliegue Hiperdenso de celdas pequeñas

El despliegue hiperdenso de celdas pequeñas es otra solución prometedora para cumplir con la transmisión de datos a una velocidad de hasta 10Gbps (con la capacidad 1000x) mientras que también aporta más EE al sistema. Esta innovadora solución como las redes heterogéneas también denominada HetNet, puede ayudar a mejorar significativamente la eficiencia espectral de la zona (b/s/Hz/m<sup>2</sup>). En general, hay dos formas diferentes de realizar HetNet:

- superponiendo un sistema celular con pequeñas celdas de la misma tecnología, es decir, con micro, pico o femto-células, también denominado como HetNet de varios niveles como ilustra la Figura.

- superponer con pequeñas celdas de diferentes tecnologías en contraste con sólo la celda (por ejemplo, High Speed Packet Access (HSPA), LTE, WiFi, etc.), el cual es conocido como multi-RAT HetNet

Qualcomm, una empresa líder en abordar el desafío de la capacidad 1000x a través del despliegue hiperdenso de celdas pequeñas, ha demostrado que la adición de celdas pequeñas puede escalar la capacidad de la red casi de forma lineal. Es decir, la capacidad se duplica cada vez que duplicamos el número de celdas pequeñas, como muestra la Tabla 6. Sin embargo, reducir el tamaño de las celdas aumenta la interferencia entre la señalización de control necesaria y celdas. Para superar este inconveniente, se necesitan técnicas de gestión de la interferencia entre células a nivel de sistema junto con técnicas complementarias de técnicas de cancelación de interferencias en los UEs.

**Tabla 7**  
*Redes heterogéneas macro, micro y femto -celdas*

| Tipo de celda | Potencia de salida (W) | Radio de celda (Km) | Usuarios      | ubicaciones       |
|---------------|------------------------|---------------------|---------------|-------------------|
| Femto-celda   | 0.001 a 0.25           | 0.010 a 0.1         | 1 a 20        | Interior          |
| Pico-celda    | 0.2 a 1                | 0.1 a 0.2           | 30 a 100      | Interior/Exterior |
| Micro-celda   | 1 a 10                 | 0.2 a 2.0           | 100 a<br>2000 | Interior/Exterior |
| Macro-celda   | 10 a >50               | 8 a 30              | >2000         | Exterior          |

Autor. Andrés Noboa 2020

La mejora de las células pequeñas fue el punto central del LTE R-12, donde el Nuevo Tipo de Portador (NCT) (también conocido como el Portador Lean) fue introducido para ayudar a las células pequeñas por la macrocelda anfitriona. Esto permite un plano de control más eficiente funcionamiento (por ejemplo, para la gestión de la movilidad, la sincronización, la asignación de recursos, etc.) mediante la macrocelda, mientras que proporciona un plano de datos de alta capacidad y espectralmente eficiente a través de las células pequeñas.

Por último, la reducción del tamaño de la célula también puede mejorar la EE de la red al traer la red más cercana a los UEs y por lo tanto reduciendo el presupuesto de energía de los enlaces inalámbricos.

### 3.6.3. Red de Auto-Organización

La capacidad de la Red Autoorganizada (SON) es otro componente clave de la 5G. Debido a que la población de las células pequeñas aumenta, el hijo gana más impulso. Casi el 80% del tráfico inalámbrico sería generado en el interior del recinto universitario. Para llevar este enorme tráfico, necesitamos despliegues hiperdensos de células pequeñas en casas - instaladas y mantenidas principalmente por los usuarios - fuera del control de los operadores.

Estas pequeñas celdas interiores necesitan ser auto-configurables e instaladas de manera "plug and play". Además, necesitan tener la capacidad SON para adaptarse inteligentemente a la vecindad de pequeñas células para minimizar la interferencia entre células. Por ejemplo, una célula pequeña puede hacer esto sincronizándose autónomamente con la red y ajustando inteligentemente su cobertura de radio.

### 3.6.4. Comunicación de Tipo Máquina (MTC)

Aparte de la comunidad universitaria, la conexión de las máquinas móviles es otro aspecto fundamental de la 5G. La MTC es una aplicación emergente en la que uno o ambos de los extremos de usuarios de la sesión de comunicación son máquinas, como muestra la Tabla 7 se detalla los dos retos principales que impone el MTC a la red.

**Tabla 8**

*Redes macro, micro y femto-celdas*

| Principales retos impuesto por el MTC  | Descripción   |
|--|---|
| Número de dispositivos que deben ser conectados es tremendamente grande.   | Ericsson (una de las empresas líderes en la exploración de 5G) prevé que 50 mil millones de dispositivos necesitarán estar conectados en la futura sociedad en red; la empresa prevé "cualquier cosa que pueda obtener el beneficio de estar conectado será entonces conectado" |
| La creciente demanda de control en tiempo real y a distancia de los dispositivos móviles (como los vehículos) a través de la red | Requiere una latencia extremadamente baja de menos de un milisegundo, llamada "Internet táctil", dictando una mejora de latencia de 20x de 4G a 5G  |

### **3.6.5. Desarrollo de RATs (Radio Access Technology) de ondas milimétricas**

El espectro tradicional de 3GHz está cada vez más congestionado y las actuales RAT se están acercando al límite de capacidad de Shannon. Por lo tanto, la investigación sobre la exploración de las ondas cm y mm de las bandas para las comunicaciones móviles ya se ha iniciado. Aunque la investigación en este campo está todavía en su infancia-adolescencia, los resultados parecen prometedores. Hay tres impedimentos principales para las comunicaciones móviles de onda mm. Primero, el camino, la pérdida es relativamente mayor en estas bandas, en comparación con las bandas convencionales de sub-3GHz.

En segundo lugar, las ondas electromagnéticas tienden a propagarse en la dirección de la Línea de Visión (LOS), haciendo que los enlaces de radio sean vulnerables a ser bloqueados por objetos o personas en movimiento. Por último, pero importante, está la pérdida de penetración a través de los edificios es sustancialmente más alta en estas bandas, bloqueando la RAT para los usuarios de interiores. A pesar de estas limitaciones, hay un sinnúmero de ventajas para las comunicaciones de mmWave. Una enorme cantidad de espectro está disponible en la banda de ondas mm; por ejemplo, a 60 GHz, hay 9GHz de espectro sin licencia disponible. Esta cantidad de espectro es enorme, especialmente cuando se piensa por parte de la industria y otros expertos que el espectro mundial atribuido a todas las tecnologías celulares apenas supera los 780 MHz. Esta cantidad de espectro podría revolucionar completamente las comunicaciones móviles al proporcionar unas “tuberías de caudal” inalámbricas de banda ultra ancha que se pueden pegar sin problemas el cable y a la red inalámbrica.

Otras ventajas de las comunicaciones por ondas milimétricas son los pequeños tamaños de las antenas ( $\lambda/2$ ) y sus pequeñas separaciones (también alrededor de  $\lambda/2$ ), que permiten que decenas de elementos de antena sean empaquetados en sólo un centímetro cuadrado. Esto, a su vez, permitiera lograr una formación de luz con muy alta ganancia en áreas relativamente pequeñas, incorporando antenas de phased array inteligentes,

podemos explotar plenamente el grado de libertad espacial del canal inalámbrico (usando el Acceso Múltiple de la División Espacial (SDMA)), que puede a su vez mejorar la capacidad del sistema. Por último, a medida que la estación móvil se mueve, los pesos ponderados en la formación de haces pueden ser ajustados de manera adaptable para que el haz de la antena esté siempre apuntando a la EB. Hace años, Samsung Electronics, un líder de la industria en la exploración de las bandas de ondas mm para comunicaciones móviles, probó una tecnología que puede alcanzar una velocidad de datos de 2 Gbps con un alcance de 1 km en un entorno urbano.

Además, el profesor Theodore Rappaport y su investigación del Instituto Politécnico de la Universidad de Nueva York han demostrado que las comunicaciones móviles a 28 GHz en un entorno urbano denso como los espacios de la ciudad de Nueva York, en Manhattan, es factible con un tamaño de célula de 200 m utilizando dos antenas de 25 dBi, una en la EB y la otra en la UE, que es fácilmente alcanzable usando antenas de arreglo y la técnica de formación de haces. Por último, pérdida de intensidad para las ondas mm es significativa y puede limitar la propagación. Además, las transmisiones de mmWave también pueden experimentar atenuaciones significativas en presencia de una lluvia fuerte, ya que las gotas de lluvia son aproximadamente del mismo tamaño que las longitudes de onda de radio (milímetros) y por lo tanto puede causar dispersión. Por lo tanto, un sistema celular de reserva que funcione en las bandas de 3 GHz podría ser necesario como parte de la solución de ondas milimétricas (mmWave).

#### **3.6.6. Rediseño de los enlaces de Retroceso (Backhaul Links)**

Este es un punto crítico en toda próxima red 5G a configurarse. En paralelo a la mejora de la RAN (Radio Access Network), los enlaces de retroceso también necesitan ser re-diseñados para llevar a la enorme cantidad de usuarios, el tráfico generado en las celdas. De lo contrario, los enlaces de retroceso pronto se convertirán en cuellos de botella, amenazando el buen funcionamiento de todo el sistema. El problema cobra más impulso a medida que la población de células pequeñas aumenta. Se pueden considerar diferentes medios de comunicación, incluyendo la fibra óptica, el microondas

y las ondas mm. En particular, los enlaces punto a punto de Wave con la explotación de las antenas de matriz con haces muy nítidos, puede considerarse para una auto reconstrucción confiable...sin interferir con otras células o con los enlaces de acceso. Este punto es fundamental para cumplir con los objetivos de configuración y parametrización de la experiencia 5G en el campus.

### **3.6.7. Eficiencia en uso energético**

Desde Universidades como la nuestra, donde el saber y el conocimiento hacen prosperar a las personas para vencer las sombras, se debe tener conciencia de que la Eficiencia Energética (EE) seguirá siendo una cuestión importante de diseño cuando se desarrolla y despliega una red 5G. Por ende la información y la Tecnología de la Comunicación (TIC) consume hasta un 5% de la electricidad producida alrededor del mundo y es responsable de aproximadamente el 2% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, aproximadamente equivalente a las emisiones creadas por la industria de la aviación. Lo que más preocupa es el hecho de que si no tomamos ninguna medida para reducir las emisiones de carbono, la contribución predicha hace años es que se duplique para el año 2020, en un momento pandémico donde se hace uso intensivo de las TIC. Por lo tanto, es necesario buscar un diseño eficiente de energía de los enlaces de RAN y backhaul a los Equipos y dispositivos de uso cotidiano (UEs).

Los beneficios del diseño de un sistema eficiente de energía son múltiples. En primer lugar, puede jugar un papel importante en el desarrollo sostenible mediante la reducción de la huella ecológica de la propia industria de la telefonía móvil. Y sería parte de la promoción externa de la Universidad como una Institución Educativa tan progresista como responsable con el medio ambiente. En segundo lugar, las TIC como tecnología habilitadora básica de las futuras ciudades inteligentes también pueden desempeñar un papel fundamental en la reducción de la huella de carbono de otros sectores (por ejemplo, el transporte). En tercer lugar, puede aumentar los ingresos de los operadores móviles reduciendo sus gastos operacionales a través del ahorro en sus facturas de electricidad. Cuarto, reducir el coste del llamado

"Joule por bit" puede mantener servicios móviles asequibles para los usuarios, permitiendo una tarifa plana a pesar de los 10 a 100x en la mejora de la tasa de datos que se espera desde ya para este 2020. Por último, puede extender la vida de la batería de los UEs, que ha sido identificado por diversas empresas de investigación de mercado como el criterio número uno de la mayoría de los consumidores que compran un teléfono móvil.

### **3.6.8. Asignación de un nuevo espectro radioeléctrico para 5G**

Este es otro de los temas críticos a la hora de desplegar una red 5G. La asignación de un nuevo espectro para alimentar las comunicaciones inalámbricas en la próxima década por comenzar.

El aumento de tráfico 1000x no puede ser manejado sólo mejorando la eficiencia espectral o mediante la hiper-densificación. De hecho, las principales empresas de telecomunicaciones como Qualcomm y NSN creen que, aparte de las innovaciones tecnológicas, un espectro 10 veces mayor es necesario para satisfacer la demanda. La asignación de un ancho de banda de alrededor de 100 MHz en los 700 MHz y otro ancho de banda de 400 MHz a 3,6 GHz, así como la posible asignación de varios anchos de banda de GHz en bandas de cm u Onda a 5G son parte de los puntos focales que se están resolviendo en plena pandemia del covid-19.

### **3.6.9. Compartir el espectro radioeléctrico**

El proceso de reglamentación para compartir la asignación del espectro suele requerir en todos los países mucho tiempo. En el país, se debe contemplar y de ser posible calibrar el nivel de preparación del personal de ARCOTEL debido a que el uso eficiente del espectro disponible es siempre de importancia crítica. Modelos innovadores de atribución de espectro (diferente de la asignación tradicional con o sin licencia) pueden adoptarse para superar las limitaciones reglamentarias existentes. Tradicionalmente, en muchos países se ha atribuido mucho espectro radioeléctrico para radares militares donde el espectro no se utiliza completamente todo el tiempo (24/7) o en todo el territorio geográfico.

Por otro lado, la limpieza del espectro es muy difícil ya que ciertos espectros nunca pueden ser “limpiados” o sólo pueden ser limpiados durante un tiempo muy largo; más allá de eso, el espectro puede ser “limpiados” en determinados lugares, pero no en toda la nación. En este sentido, el Acceso Compartido Autorizado/Licenciado (ASA/LSA) ha sido propuesto por la empresa Qualcomm, para explotar el espectro en células pequeñas (con limitadas cobertura) sin interferir con el usuario titular (por ejemplo, los radares militares).

Este tipo de modelo de asignación del espectro puede compensar el muy lento proceso de limpieza del espectro. También vale la pena mencionar que a medida que el crecimiento del tráfico móvil se acelera, la reorganización del espectro se vuelve importante, para limpiar un espectro previamente asignado y ponerlo a disposición de 5G. Los conceptos de radio cognitiva pueden también ser revisados para utilizar conjuntamente los espectros con licencia y sin licencia. Por último, la nueva forma de compartir el espectro propuesto por Qualcomm podría necesitarse como un modelo referencial, a medida que se generalice el funcionamiento de redes con múltiples arrendatarios.

#### **3.6.10. Virtualización de la RAN (Radio Access Network)**

Se trata del último aspecto facilitador de la red 5G: la virtualización de la RAN, permitiendo compartir la infraestructura inalámbrica entre múltiples operadores. La virtualización de la red debe ser impulsada desde la red central cableada (por ejemplo, conmutadores/suiches y routers/enrutadores) hacia la RAN. Para la virtualización de la red, la inteligencia debe ser sacada del hardware de la RAN y controlada de una manera centralizada usando como herramienta el cerebro del software, lo que puede hacerse en diferentes capas de la red.

La virtualización de la red puede aportar innumerables ventajas al dominio inalámbrico, incluyendo tanto en Gastos de capital como en ahorros de gastos operativos, mediante el uso compartido de redes y equipos de múltiples arrendatarios, con mejoramiento de la EE (End to End), y aumento o disminución de la escala de los recursos necesarios, y aumento de la

agilidad de la red mediante la reducción del tiempo de comercialización de los servicios innovadores, así como un fácil mantenimiento y una rápida solución de problemas a través de una mayor transparencia de la red . La virtualización también puede servir para hacer converger lo cableado y lo inalámbrico, es decir redes gestionando conjuntamente toda la red desde una unidad central de orquestación, además mejorando a su vez la eficiencia de la red. Por último, las RAN multimodales que soportan 3G, 4G o WiFi puede adoptarse cuando se pueden activar o desactivar diferentes interfaces de radio a través de la unidad central de control de software para mejorar la EE (End to End) o la calidad de la experiencia (QoE) para los usuarios finales.

### **3.7 Ecuador hacia una infraestructura PPP para la 5G**

Desde la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo se debe iniciar un movimiento coordinado con otras universidades e institutos técnicos y tecnológicos con la finalidad de promover una asociación de participación pública y privada (PPP, por sus siglas en inglés) con la finalidad de formular la investigación y la innovación como prioridades en el Horizonte que conduce hacia la década 2020-2030 para el desarrollo de la próxima generación de comunicaciones móviles e infraestructura más allá del 2020.

Reunir a las partes interesadas en toda la cadena de valor, incluyendo industrias, operadores y organismos reguladores y de normalización como ARCOTEL, así como el mundo académico como nuestra Facultad, e industrias automotrices, la PPP de Infraestructura 5G creará una visión compartida de la industria celular 5G, así como una hoja de ruta estratégica plurianual para la investigación y la innovación que se actualizará anualmente hasta el 2030. Esta asociación de infraestructura 5G podría iniciarse su estructuración desde la academia, siendo formadores e investigadores para colocar la primera piedra angular para que esto comience a estar en funcionamiento a principios de 2021.

Esto permitirá asegurar una estrecha cooperación entre la industria y los sectores de la investigación y la academia. La asociación PPP de

Infraestructura 5G ofrecerá soluciones, arquitecturas, tecnologías y estándares para las omnipresentes infraestructuras de comunicación de nueva generación de la próxima década, las que incluso podrían transportar hacia el escenario de Redes 6G. Una especie de grupo de trabajo que proporcionará información de avances como el aumento de 1000 veces la capacidad inalámbrica que serviría en un futuro que ya se asoma a más de 7 mil millones de personas (mientras se conectan 7 billones de "cosas"), y ahorran a su vez el 90% de la energía por servicio prestado, ayudando a crear una Internet segura, fiable y confiable con cero tiempos de inactividad percibido para los servicios.

Se debe estructurar un presupuesto total dedicado a la PPP de infraestructura 5G para que sea de alcance a los 75 millones de \$USD con participación del sector público y también por el lado privado. Además, la industria de las telecomunicaciones invertirá fuera de la asociación quizás entre 5 a 10 veces esta cantidad en actividades que contribuyen a los objetivos de la misma.

### **3.7.1 La Facultad como Centro de Innovación 5G**

La Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo debe convertirse a su vez en un polo de atracción, capaz de ser atractiva para recibir inversiones y subvenciones de operadoras móviles, dotación de infraestructura, y centro estratégico de alianzas con empresas promotoras y creadoras de tecnologías para la 5G; especialmente porque de la misma saldrán los futuros ingenieros en telecomunicaciones que necesita el país y la región andina. De este modo nacería una especie de Centro de Innovación 5G (5GCDI) que sea reconocido alrededor del campus universitario con el objeto de difundir, crear y aplicar los avances de las futuras tecnologías. Hoy en día sabemos por experiencia cotidiana y sin previo conocimiento tecnológico que los límites entre la comunicación móvil y el Internet se están desdibujando cada vez más con la llegada del 5G, donde todo se intuye de forma más clara mediante se vive en una sociedad donde el Internet es sinónimo de movimiento.

### **3.7.2 Enfoque empresarial e industrial empleando la tecnología 5G**

Desde la Universidad y por medio de lo que sería el Centro de Innovación 5G podemos adoptar una visión similar a la que tienen empresas como Alcatel-Lucent, Erickson, NN (Nokia Networks anteriormente Nokia Solutions and Networks), Qualcomm, Intel, Agilent Technologies y Broadcomm por solo nombrar unas pocas. Son empresas que consideran que la 5G se trata de servicios de comunicación que se adaptan al consumidor, en lugar de que sea el consumidor el que esté adaptándose al servicio de comunicación.

La tecnología de red con 5G se mantendrá siempre estable y operativa mientras sea posible manejar miles de millones de dispositivos conectados. Dado que el número de dispositivos móviles que las redes abordan va a estar a punto de explotar en los siguientes años, el principal problema será entregar la conectividad de forma inteligente, y con baja latencia. Los laboratorios Bell predicen que el procesamiento de la nube dominará completamente en la red, no sólo en expresión de aplicaciones, sino también en lo que respecta a las operaciones. Las comunicaciones M2M (Máquina a máquina), el cual consiste en cualquier tecnología que posibilite el intercambio de información entre dos dispositivos sin la interacción humano, este concepto será también generalizadas y se considera como uno de los controladores claves del 5G. Los laboratorios Bell han estado trabajando en una nueva interfaz aérea 5G que puede soportar paquetes más cortos para comunicaciones M2M.

La visión de Ericsson es que la tecnología 5G permitirá una sociedad en red sostenible y hará realidad la visión de una sociedad con acceso a la información, también para el intercambio de datos en cualquier lugar, momento a diferentes personas y a cualquier objeto; todo lo que puede beneficiarse de estar conectado estará conectado. Esta visión será lograda mediante la integración sin problemas de una combinación de RATs evolucionados, incluyendo HSPA, LTE y WiFi, y nuevas RAT complementarias para casos de uso específico, y no mediante la sustitución de las actuales RAT como una solución de "una tecnología para todos".

A su vez la empresa Nokia Networks piensa que comunicaciones más allá del 2020 implicarán una combinación de los sistemas en evolución, como LTE-A y WiFi, con nuevas tecnologías revolucionarias diseñadas para satisfacer nuevos requisitos, como la latencia prácticamente nula para soportar nuevas aplicaciones como el control en tiempo real o realidad aumentada. 5G no es sólo otra tecnología más, sino la integración de lo que ya se conoce con nuevos bloques diseñados para los casos de uso más desafiantes, la empresa Nokia Networks prevé que el aumento del tráfico 1000x será abordado por un aumento 10x en el espectro disponible.

En el caso de la empresa Qualcomm, si bien no dice mucho públicamente sobre la tecnología 5G, está llevando a cabo una considerable cantidad de investigación sobre las formas de mejorar los sistemas celulares para abordar la capacidad 1000x como los principales desafíos a ser superados. Qualcomm también ha estado trabajando activamente en el modo de comunicación de dispositivo a dispositivo (D2D), llamados también ProSe (Servicios de Proximidad), que han sido propuesto al 3GPP, Qualcomm propuso como se mencionó en el apartado 3.6 operar LTE en la banda sin licencia, adoptando el modelo de compartición del espectro de ASA/LSA, y utilizando HetNet para abordar el desafío 1000x.

Para el caso de la compañía Intel, después de liderar una exitosa batalla para llevar 60 GHz a las redes LAN inalámbricas, Intel está impulsando la investigación para explotar las ondas milimétricas (mmWave) inalámbricas en los sistemas celulares de próxima generación. Aunque recientemente su principal competidor Advanced Micro Devices (AMD), ha logrado colocar en el mercado chipset con 7nm en su dimensión. No obstante Intel sigue trabajando en una tecnología demostración de 60 GHz como enlace de retroceso para las pequeñas celdas de estación base (BS), Intel sigue mejorando e investigando la franja 28 GHz y 39 GHz como enlaces de acceso a los dispositivos móviles, con un rendimiento de 1 Gbps o más a distancias de 200 metros.

Agilent Technologies a pesar de la guerra comercial entre EE-UU y China tiene firmado un memorando de entendimiento con el Instituto de Investigación de Comunicaciones Móviles de China (CMRI), la división de investigación de China Mobile, apoyará el desarrollo del sistema 5G proporcionando soluciones de prueba y medición para la próxima generación de sistemas de comunicación inalámbrica.

La compañía fabricante de circuitos integrados denominado como Broadcom, ha promovido el WiFi 5G (IEEE 802.11ac + hotspot 2.0), que puede tener velocidades de datos de hasta 3,6 Gbps y complementan el LTE y el Gigabit Ethernet, aquellas nuevas características proporcionan un mayor alcance, cobertura y eficiencia de la red gracias a su MIMO multiusuario (MUMIMO) y tecnologías de formación de haces.

### **3.7.3 El enfoque de los países Latinoamericano**

Llegando a este punto, solo examinando lo que vienen haciendo muchos otros países, incluyendo Latinoamérica podemos hacer una conjetura sobre el grado de avance o rezago, por ejemplo, sabemos que Asia está siguiendo un camino similar al de Europa en cuanto a mantener una férrea hoja de ruta 5G. En Corea del Sur, el 5G se creó hace tiempo, mientras que China es responsable del programa IMT 2020. Aunque en general, existen muchas otras iniciativas, algunas de ellas reciben financiación del gobierno, mientras que otras son sólo esfuerzos de coordinación para crear conciencia de 5G en la industria a nivel regional o, más allá de eso, a nivel nacional, más específicamente: China, Japón y Corea del Sur son los principales países de Asia que llevan a cabo investigación sobre el 5G.

La investigación en China, iniciada por el gobierno y conjuntamente realizado a través de asociaciones entre la industria y la universidad, se encuentra generalmente en sus primeras etapas. En el Japón y Corea del Sur, ambos iniciados y realizados conjuntamente a través de la industria-academia han logrado ciertos resultados, como la red de pruebas de comunicación para 5G, establecido por NTT (Nippon Telegraph & Telephone) y Samsung

Electronics, con 10 Velocidades de transmisión de 1 Gbps y 1 Gbps alcanzadas en frecuencias portadoras de 11 GHz y 28 GHz, respectivamente.

En el caso de China, detrás de las comunicaciones móviles de 5G en China están el Ministerio de Industria de China y Tecnología de la Información (MIIT), la Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma, y el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MOST) que apoyó el establecimiento del IMT-2020 (5G), Grupo de Promoción y del Foro FUTURO establecido en febrero de 2013 en Beijing como una plataforma de tecnología, investigación y estándares 5G promovidos en China, el Grupo de Promoción del IMT-2020 (5G) tiene como objetivo promover las normas mundiales 5G mediante asociaciones entre la industria y la universidad y la cooperación internacional. Agrupa el núcleo 5G, tecnologías en 10 aspectos:

- Red densa
- Comunicación directa entre terminales
- Aplicación de las tecnologías de Internet en 5G
- Red conjunta con WiFi
- Nueva arquitectura de red
- Nueva transmisión multiantena y multidistribuida
- Aplicación del nuevo procesamiento de señales, técnicas de modulación y codificación en 5G
- Comunicaciones de banda alta
- Compartición de frecuencias
- La inteligencia de la red.

En mayo de 2013, los operadores y los fabricantes de equipo nacionales y extranjeros, y expertos de universidades chinas asistieron a la Cumbre de Prospectiva IMT-2020 (5G) en Beijing y discutieron las perspectivas y desarrollos de la comunicación móvil inalámbrica de tecnologías 5G. En la duodécima reunión del Grupo de Frecuencias de la Promoción de las IMT-2020 (5G) Grupo celebrado en Beijing el 25 de junio de 2013, al que asistieron los tres principales operadores chinos: China Mobile, China Telecom y China Unicom, se discutieron cuestiones como la investigación nacional sobre el

Indicadores de radiofrecuencia de 2500-2690 MHz, pruebas de coexistencia de LTE-Hi (LTE based Hotspots and Indoor solution) de 3,4-3,6 GHz y El SFS (servicio fijo por satélite) y el estado para la época de las investigaciones internacionales sobre las bandas de frecuencia de 6 GHz.

La importancia de la técnica de compartición de frecuencias, de la previsión de las necesidades de frecuencia y la investigación de la banda de alta frecuencia en apoyo del futuro IMT-2020 (5G) se aclaró y desarrolló un plan de trabajo en consecuencia.

En un ya lejano octubre de 2005, se cofundó el foro FUTURE como una ONG internacional no gubernamental compuesto por 26 colegios, instituciones académicas, empresas de comunicación móvil operadoras y fabricantes tanto nacionales como extranjeros, incluida las universidades de: Tsinghua, del Sudeste, Jiaotong de Shanghai, Jiaotong de Pekín, operadores de telecomunicaciones chinas, DoCoMo, France Telecom, Shanghai Bell, Ericsson, NEC, Hitachi, Nokia Networks, Motorola y Samsung. Dedicado a compartir tecnologías e información en el futuro, promoviendo la investigación, el desarrollo y las asociaciones internacionales, FUTURE ha cambiado sus objetivos de promover investigación de B3G/4G para desarrollar tecnologías de comunicación tanto 4G como 5G a través de la integración. En junio de 2013, el MOST lanzó el Proyecto Preliminar de I+D (Fase 1) del 5G Mobile Sistema de comunicación en el marco del programa 863 para el desarrollo nacional de alta tecnología con una financiación de 160 millones de yuanes para satisfacer la demanda de comunicaciones móviles en 2020. En la misma se estudia lo siguiente:

- La arquitectura de la red inalámbrica 5G y las tecnologías clave, incluyendo la nueva arquitectura de la red, su coordinación distribuida más densa, red ad hoc (el cual tiene como objeto hacer posible el equipamiento de cada dispositivo a fin de mantener continuamente la información requerida para enrutar) y radio de sistema heterogéneo, tecnologías de asignación conjunta de recursos que pueden apoyar la interconexión móvil de alta velocidad.

- Tecnologías clave para la transmisión inalámbrica 5G, avances en el cuello de botella técnico en relación con la coordinación a gran escala y las nuevas tecnologías clave, como la antena de matriz y radiofrecuencia configurable de baja potencia bajo la condición de coordinación a gran escala.
- Tecnologías generales para el Sistema de Comunicaciones Móviles 5G, incluyendo el negocio 5G aplicación y demanda, modos de negocio, modos de experiencia de usuario, evolución de la red y estrategia de desarrollo, demanda de espectro de frecuencias y tecnología y señal de interfaz aérea características de propagación, medición y modelización orientadas al espectro de 5G.
- Tecnologías de evaluación técnica y validación de pruebas para las comunicaciones móviles 5G, incluyendo evaluación técnica y pruebas de la red de comunicaciones móviles 5G, el establecimiento de plataformas de evaluación para pruebas de simulación de la comunicación móvil en tecnología de redes y transmisión 5G.

Su objetivo general es llevar a cabo la evaluación del rendimiento y el diseño del sistema prototipo, apoyando una velocidad de hasta 10 Gbps y aumentando el SE y el EE de la interfaz aérea a 10x más que 4G. Este proyecto ha atraído a muchos colegios, institutos académicos y operadores chinos y algunas empresas en el país y en el extranjero. Además de los miembros del Foro FUTURO, hay más de 50 participantes, entre ellos el Instituto de Investigación de Telecomunicaciones del MIT, la Academia de Tecnología de telecomunicaciones, Centro Nacional de Monitoreo de Radio, Shanghai Wireless Centro de Investigación de la Comunicación, Instituto de Informática de la CAS, y Electrónica China Tecnología Grupo Corporación, que han participado en el impulso conjunto de la investigación teórica en 5G de, el craqueo de tecnologías clave, el desarrollo de equipos y la investigación y el desarrollo de productos.

La narrativa que se muestra representa apenas una pequeña parte de lo mucho que se ha realizado en los países asiáticos para impulsar la investigación y desarrollo de las tecnologías 5G. Fundamentalmente llevan 7

años de fuerte progreso en tales incursiones, que cuando se trata de tecnologías, se intuye que hasta el adelanto de meses, es tan sustancial que no hay motivos para pensar que no estamos en la espera y se debe comenzar desde ahora a investigar y aclarar ideas de sus usos. Es tiempo de reaccionar el trabajo al cual se apunta hacia ese objetivo planteado, es dar un gran avance el cual inspire, pero sobre todo impulse a las autoridades de nuestra apreciada alma mater para iniciar el tránsito hacia a innovación, investigación y desarrollo de las TIC en el contexto de un mundo hiperconectado en los siguientes años.

### **3.7.4 La Seguridad de una red 5G**

La integración de servicios en una red 5G dará lugar a enormes desafíos de seguridad en las ya formalmente desplegadas futuras redes móviles 5G. Es un tema que no es baladí y representa un asunto de los más críticos, incluso para lugares como las Universidades, lleno de juventud con especial inclinación a la curiosidad y a las tentaciones por transigir hacia lo conocido o desconocido. En particular, se espera que se plantee un amplio espectro de cuestiones de seguridad en las 5G redes móviles que serán imposibles abarcar detalladamente en este trabajo, porque sus implicaciones llevarían a elaborar un trabajo adicional para tratar tan relevante asunto, como lo es el despliegue funcional de una red 5G. Son muchos los aspectos de seguridad que se deben considerar debido a una serie de factores, entre ellos:

- 1) La arquitectura abierta basada en IP de la 5G,
- 2) Diversidad de las tecnologías de red de acceso subyacentes del sistema 5G,
- 3) La plétora de dispositivos de comunicación interconectados, que también serán muy móviles y dinámicos.
- 4) la heterogeneidad de los tipos de dispositivos en cuanto a su almacenamiento de energía y memoria.
- 5) los sistemas operativos abiertos de los dispositivos.
- 6) el hecho de que los dispositivos interconectados normalmente van a ser operados por usuarios no profesionales en cuestiones de seguridad.

En consecuencia, los sistemas de comunicaciones 5G tendrán que abordar más y amenazas mucho más fuertes que los actuales sistemas de comunicaciones móviles existentes. Sin embargo, a pesar de que los siguientes sistemas de comunicaciones 5G serán el objetivo de muchas amenazas conocidas y desconocidas para la seguridad, no está claro qué amenazas serán las más graves ni qué elementos de la red serán objeto de mayor atención. Dado que ese conocimiento es de gran importancia para la provisión de orientación para garantizar la seguridad de la próxima generación de sistemas de comunicaciones móviles, lo dejamos acotado hasta aquí para que sea explorado en futuros trabajos que asigne la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo a los futuros estudiantes de Ingeniería en Telecomunicaciones.

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

La red 5G como puede deducirse de lo abarcado con el trabajo que será un sistema auténticamente convergente que soportará una amplia gama de aplicaciones. Los beneficios dentro de un campus universitario se pierden de vista, servicios desde voz móvil e Internet móvil multi-Giga-bit-por-segundo hasta D2D (Device to Device) y V2X, es decir Vehicle-to-X; donde X significa comunicaciones vehiculares V2V (Vehículo a Vehículo) o de Vehículo a Infraestructura (V2I), así como el apoyo nativo para el MTC (Machine Type Communications) y las aplicaciones de seguridad pública. Aunado a todo esto, sumemos el rendimiento del sistema en expresión de cobertura, capacidad y EE (End to End) que se mejorará aún más en los puntos muertos y puntos calientes que se hallen en el recinto universitario, usando estaciones de retransmisión, despliegues hiper denso de células pequeñas o descarga de WiFi. Donde se explotarán los enlaces direccionales de ondas milimétricas para el retroceso de la estación repetidora y/o las estaciones de células pequeñas. Todo un conglomerado de asignaciones por parametrizar en beneficio de la Universidad. Las comunicaciones D2D (Device to Device) serán asistidas proporcionando un plano de control adicional. La Smart Grid es otra interesante aplicación prevista para la red de 5G, que permite que la red eléctrica funcione de una forma más fiable y eficiente. La computación en la nube puede aplicarse potencialmente a la RAN, y más allá de eso, a los usuarios de móviles que pueden formar un fondo común virtual de recursos para ser administrados por la red. Acercar las aplicaciones a través de la nube al usuario final reduce la latencia de las comunicaciones para apoyar las aplicaciones de control en tiempo real que son sensibles a la demora. Es enorme el potencial en relación a esto último para crear una red de nubes existente, un concepto que implica principalmente a los centros de datos. La virtualización de la red móvil impulsará este concepto a un nivel en el que hasta la comunidad de Usuarios de Equipos (UEs) serán dispositivos multimodales inteligentes, tan sofisticadamente inteligentes como para elegir

autónomamente la interfaz correcta para conectarse a la red basado en la calidad del canal, la energía restante de la batería, y el requisito de calidad de servicio de la aplicación en ejecución. Estos inteligentes y eficientes 5G UEs, serán capaces de soportar medios 3D con velocidades de hasta 10 Gbps.

Este trabajo se realiza en plena efervescencia de despliegue de la 5G a nivel de varias regiones del mundo, principalmente Europa, Asia y EE.UU proporcionando una conectividad generalizada al punto de “hacer sentir” a sus usuarios la sensación de estar conectados bajo fibra óptica. No obstante, el principal desafío para la red 5G, es el número masivo de máquinas conectadas y el crecimiento 1000 veces mayor del tráfico de telefonía móvil. De hecho la acuñación del término “banda ultra ancha” será una de las principales novedades en la jerga común de las personas, así como el sistema celular verde será el motor impulsor para el futuro de una sociedad conectada. Literalmente con cualquier persona y con cualquier cosa se estarán conectado en cualquier momento y en cualquier lugar.

Por tanto, en este trabajo se ha querido bosquejar la enorme significancia e impacto positivo que puede tener la instalación de una red 5G en el recinto universitario. Se estableció en el trabajo una visión general de los posibles facilitadores del 5G junto con la investigación y actividades de desarrollo en muchas partes del mundo. Ya encontramos en las fases iniciales de comercialización, tanto la estandarización como la seguridad son los siguientes hitos que se deben lograr para la 5G, a la que seguirá la fase de consolidación durante los subsiguientes dos o tres años.

Finalmente, unas palabras respecto a lo que es posible observar en los recientes eventos que se han dado en la geopolítica global, como la orden dada por el presidente Trump de suprimir la plataforma Tik Tok y WeChat de EEUU, son ejemplos de lo imperativo que resulta la descentralización. La 5G llega también en un momento en que quizás proporcione los incentivos para crear la próxima generación de Internet, esa que permita a la persona tener posesión de sus datos, poder intercambiar riqueza y controlar sus datos biométricos, sin estar sujetos a la voluntad voluble de los políticos y de los

gigantes tecnológicos. Con la 5G y el Internet veremos que las necesidades de conectividad para una amplia gama de personas, dispositivos, instituciones, empresas y países, estarán requiriendo funciones tan novedosas hoy en día como la descentralización de la identidad, al punto de no depender de los caprichos de un funcionario todo poderoso. Tener depósitos de contenido, distribución de pagos, ganancias, incentivos o bienes y activos digitales mediante el uso de tecnologías disruptivas como la blockchain, son parte de las deseables funcionalidades de la siguiente generación de Internet, que ciertamente se pueden extraer con la llegada de la red 5G.

Se cumple este trabajo, aguardando con optimismo las próximas novedades de eficiencia y experiencia que como usuario se tendrá la oportunidad de testimoniar para la nueva Internet que nacerá con las bondades generosas de la 5G, y que seguramente coincidirán con las de las necesidades de una mayoría de personas para tener una Internet más segura, confiable, igualitaria y centrada en el usuario.

#### **4.2 Recomendaciones**

Con respecto al trabajo basado en el estudio de una red celular de 5G el cual se la va a emplear hacia las prestaciones de los servicios en la UCSG donde se la implementara en la Facultad Técnica para el Desarrollo primero se recomienda establecer un análisis continuo acerca de los requerimientos que se deben efectuar para llevar a cabo su correcto uso de este sistema la cual se puede llevar a cabo mediante el desarrollo con la implementación de IoT donde tendrá una visión con muchas mejoras donde estará todo completamente conectado por ello se recomienda ejecutar como se llevara a cabo la realización de esta tecnología en el País

### 4.3 Glosario

| Nombre   | Definición   |
|--|--|
| 1G   | Servicio de Tecnología móvil inicial en las telecomunicaciones móviles que emplean prestaciones analógicas.<br>Tecnología para facilitar las comunicaciones por voz.   |
| 2G   | Servicios de telecomunicaciones de segunda generación que usan prestaciones digitales en los descenso de velocidad de transferencia de datos y comunicaciones de voz .   |
| 3G   | Prestaciones móviles de tercera generación encargadas de los servicios de banda ancha y asistencias de video y respectivos datos basados en IP.  |
| 4G   | Asistencias móviles de cuarta generación donde representa mejor servicios móviles en las telecomunicaciones asi como las funciones de video y datos de la IP .   |
| 5G   | Servicios Móviles de quinta generación<br>Presta mejoramiento en las facilidades de mejoramiento por voz , tranferencia de datos , asi com en las asistencias de video   |
| Móvil Avanzado Servicio telefónico (AMPS)          | Generación inicial de métodos móviles analógicos.  |
| Realidad Aumentada                                 | Interpretación aumentada de la existencia de una realidad aumentada para la utilización de las tecnologías de comunicación digital de algo donde se visualiza a través de un interfaz o un dispositivo.  |
| Division de Código de aproximación multiple (CDMA) | Procedimiento de telefonía digital 2G y 3G.  |
| Banda Ancha  | Es una medición de cuantas referencias manda a través de una conexión aque a su vez esta conectada a su ancho de banda la cual se refiere a una gama de frecuencia para transmitir una señal.  |
| Extenso plazo de Evolución (LTE)                   | Es un grupo de especificaciones de redes y radio la cual permite mejorar las capacidades móviles , asociado con las codificaciones de los sistemas 4G proporcionando mejoramiento en la velocidad de datos   |
| Latencia   | Son las medidas de tiempo que se emplea en un paquete de datos al momento de trasladarse de una red , mediante la extensión que se remite mediante una consulta o eficacia desde la red de un instrumento hasta la contestación o sentencia de datos que llegan al dispositivo               |
| Espectro de Onda                                   | El espectro se muestra en un rango de frecuencia de 30 a 300 GHz. Por lo cual se menciona que los rangos de frecuencia contienen longitudes de onda entre 1 y 10mn . Dado a su ancho de banda referente a los celulares de banda milimétrica que proporcionan tamaños y velocidades de canal |

|   |  |
|---|--|
| Dispositivos a artefactos de comunicación (D2D) | Se menciona que cada terminal es calificado por ser capaz de comunicarse con diversos terminales que transportan la red principal con la finalidad de distribuir su conexión a múltiples accesos por radio, con el propósito de intercambiar información |
| Internet de las cosas (IoT)                     | Son dispositivos entre electrodomésticos u diversos equipos que se enlazan a través del internet y permite establecer una correcta comunicación entre conjunto de equipos de comunicación.   |

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AustCyber. (2019). *Australia's Cyber Security Sector Competitiveness Plan 2019*. Recuperado el 6 de julio de 2020 , de Driving Growth and Global Competitivenessl: <https://www.austcyber.com/resource/australias-cyber-security-sector-competitiveness-plan-2019>
- BBVA Open Mind. (2017). *Fight Against Cancer with Artificial Intelligence and Big Data*. Obtenido de [https://www.bbvaopenmind.com/en/fight-against-cancer-with-artificial-intelligence-and-big-data/](https://www.bbvaopenmind.com/en/fight-against-cancer-with-artificial-intelligence-and-big-data/#.WT7mbSS274k.twitter)  
#.WT7mbSS274k.twitter
- Brahima, S. (2018). *Sentando las bases para la 5G: Oportunidades y desafíos*. Obtenido de [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-BB.5G\\_01-2018-PDF-S.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-BB.5G_01-2018-PDF-S.pdf)
- CEPAL-Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (s.f.). *Sexta Conferencia Ministerial sobre la Sociedad de la Información en América Latina y el Carib. 2018. Proposed digital agenda for Latin America and the Caribbean (eLAC2020)*. Recuperado el 6 de julio de 2020 , de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43464/S1800206\\_en.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43464/S1800206_en.pdf).
- Chimbo R., M. 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]*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2072/13/UPS-CT002379.pdf>

ciberseguridad.interior.gob.cl. (s.f.). Obtenido de <http://ciberseguridad.interior.gob.cl/media/2017/05/PNCS-CHILE-FEA.pdf>.

cnbc.com. (6 de Marzo de 2020). *How this Canadian start-up spotted coronavirus before everyone else knew about it*. Obtenido de <https://www.cnbc.com/2020/03/03/bluedot-used-artificial-intelligence-to-predict-coronavirus-spread.html>

CONPES 3701 De 2011 . (julio de 2011). *Lineamientos de ciberseguridad y ciberdefensa*. Obtenido de <https://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-3510.html>.

CSIRT-Equipo de Respuesta ante Incidentes de Seguridad Informática. (17 de julio de 2020). Obtenido de <https://www.csirt.gob.cl/>.

Curioso, W., & Espinoza-Portilla, E. (2015). Marco conceptual para el fortalecimiento de los sistemas de información en salud en el Perú. *Rev Perú Med Exp Salud Pública*. 32(2), 335-42.

Cybersecurity Ventures. (2019). *The 2019 Official Annual Cybercrime Report*. Recuperado el 6 de julio de 2020 , de <https://www.herjavecgroup.com/resources/2019-official-annual-cybercrime-report/>.

Cybersecurity Ventures. (2019). *The 2019 Official Annual Cybercrime Report*. Recuperado el 6 de julio de 2020 , de <https://www.herjavecgroup.com/resources/2019-official-annual-cybercrime-report/>

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. (5 de febrero de 2020). *Decreto Nº 10.222.*

Obtenido de <http://www.in.gov.br/web/dou/-/decreto-n-10.222-de-5-de-fevereiro-de-2020-241828419>

El Independiente. (2020). *El Plan oficial para que la pyme ofrezca teletrabajo y más digitalización por el coronavirus.* Recuperado el 03 de marzo de

2020, de PYMES y Autónomos:

[https://www.elindependiente.com/economia/pymes-](https://www.elindependiente.com/economia/pymes-autonomos/2020/03/24/el-plan-oficial-para-que-la-pyme-ofrezca-teletrabajo-y-mas-digitalizacion-)

[autonomos/2020/03/24/el-plan-oficial-para-que-la-pyme-ofrezca-teletrabajo-y-mas-digitalizacion-](https://www.elindependiente.com/economia/pymes-autonomos/2020/03/24/el-plan-oficial-para-que-la-pyme-ofrezca-teletrabajo-y-mas-digitalizacion-)

FEM - Foro Económico Mundial. (2018). *Our Shared Digital Future Building an Inclusive, Trustworthy and Sustainable Digital Society.* Recuperado el

6 de julio de 2020, de

[WEF\\_Our\\_Shared\\_Digital\\_Future\\_Report\\_2018.pdf.](#):

[https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2020.](https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2020)

FEM-Foro Económico Mundial. (2018). *Our Shared Digital Future Building an Inclusive, Trustworthy and Sustainable Digital Society.* Recuperado el

6 de julio de 2020, de

[WEF\\_Our\\_Shared\\_Digital\\_Future\\_Report\\_2018.pdf.](#)

Fitch Ratings: "Coronavirus Crisis Is Crushing Global GDP Growth". (19 de marzo de 2020).

[http://ciberseguridad.interior.gob.cl/media/2017/05/PNCS-CHILE-FEA.pdf.](http://ciberseguridad.interior.gob.cl/media/2017/05/PNCS-CHILE-FEA.pdf)

(s.f.).

[https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3854.pdf.](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3854.pdf)

(s.f.).

<https://digitalpolicylaw.com/>. (18 de marzo de 2020). *Reta covid-19 a redes de telecom*. Obtenido de <https://digitalpolicylaw.com/reta-COVID-19-a-redes-de-telecom/>)

<https://www.cgii.gob.bo>. (s.f.). Obtenido de <https://www.cgii.gob.bo/es/normativa>.

*Informe de amenaza de cibercrimen de Metrix: una entrevista*. (noviembre de 2019). Obtenido de <https://resources.infosecinstitute.com/threatmetrix-cybercrime-report-an-interview/>.

International Data Corporation. (2019). *The Growth in Connected IoT Devices Is Expected to Generate 79.4ZB of Data in 2025*. Recuperado el 6 de julio de 2020 , de According to a New IDC Forecast: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS45213219>

Jacobsson, T. (2016). Amartya Sen's Capabilities Approach and Communication for Development and Social Change. *Journal of Communication*. 66, 789-810.

Latina y el Carib. (2018). *Proposed digital agenda for Latin America and the Caribbean (eLAC2020)*. Recuperado el 6 de julio de 2020 , de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43464/S1800206\\_en.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43464/S1800206_en.pdf).

Maskooki, A., Sabatino, G., & Mitton, N. (2015). Análisis y evaluación del rendimiento de las redes inalámbricas de próxima generación. *Modeling and Simulation of Computer Networks and Systems*. Elsevier, 601-627. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800887-4.00021-3>

- Nejkovic, V., Visa, A., Tomic, M., Petrovic, N., Valkama, M., Koivisto, M., . . .  
Gortazar, F. (2019). Big Data in 5G Distributed Applications. En J. Kołodziej & H. González-Vélez (Eds.), High-Performance Modelling and Simulation for Big Data Applications: Selected Results of the COST Action IC1406 cHiPSet. *Springer International Publishing*, 138-162.  
Obtenido de [https://doi.org/10.1007/978-3-030-16272-6\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-16272-6_5)
- Núñez Coral, J. A. (2013). *Tesis: Diseño de una red de nueva generación LTE-A para una zona urbana en Bogotá bajo el estándar 3gpp y la recomendación ITU-R M.1457*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- OCDE-Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2019). *Shaping the Digital Transformation in Latin America*. Recuperado el 6 de julio de 2020 , de Strengthening Productivity, Improving Lives. París: Publicaciones de la OCDE: <https://doi.org/10.1787/8bb3c9f1-en>
- OEA-Organización de los Estados Americanos y ASI-Alianza por la Seguridad en Internet. (2019). *Cyber-Risk Oversight Handbook for Corporate Boards*. Recuperado el 6 de julio de 2020, de <https://www.oas.org/en/sms/cicte/docs/ENG-Cyber-Risk-Oversight-Handbook-for-Corporate-Boards.pdf>
- Pi, Z., & Khan, F. (2011). An Introduction to Milimeter-Wave Mobile Broadband Systems. . *IEEE Communications Magazine*.
- Srinivasan, S. (2020). Cisco Webex: Supporting customers during this unprecedented time (marzo de 20).  
Telecommunications & Integrated Applications. (01 de abril de 2020). *Space in response to COVID-19 outbreak*. Obtenido de

[http://www.esa.int/Applications/Telecommunications\\_Integrated\\_Applications/Space\\_in\\_response\\_to\\_COVID-19\\_outbreak](http://www.esa.int/Applications/Telecommunications_Integrated_Applications/Space_in_response_to_COVID-19_outbreak)

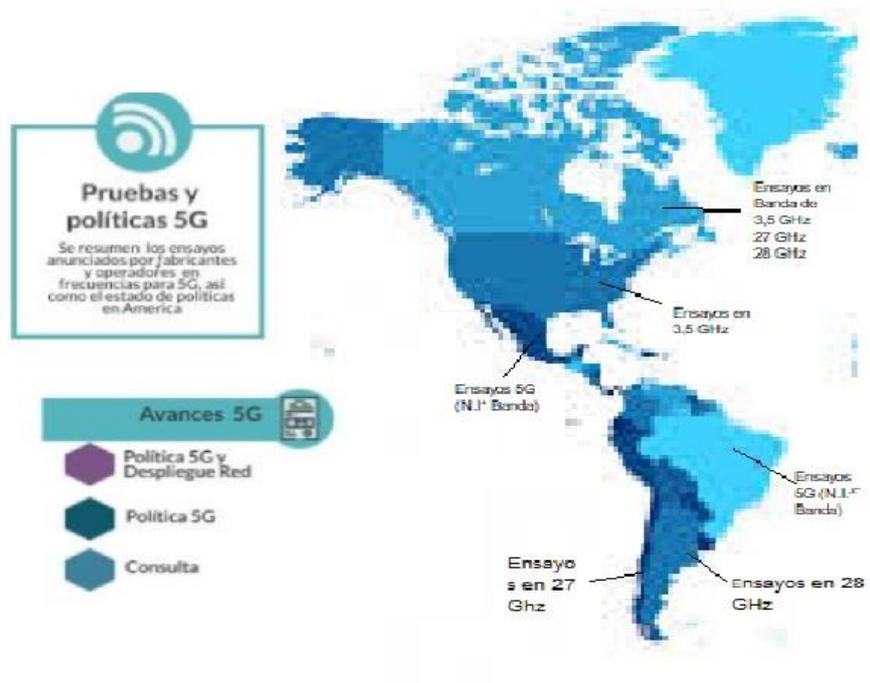
[www.pgrweb.go.cr/scij](http://www.pgrweb.go.cr/scij). (09 de 03 de 2012). *Decreto Ejecutivo 37052* .

Obtenido de Crea Centro de Respuesta de incidentes de Seguridad Informática CSIRT-CR:

[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=72316&nValor3=88167&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=72316&nValor3=88167&strTipM=TC).

## Anexo: Pruebas y Políticas 5G

Grafica 8 : Pruebas y Políticas 5G 1



| <b>País</b> | <b>Ejemplos relevantes de Pruebas</b>   |
|-------------|---|
| Argentina   | Pruebas 5G de Ericsson y Movistar:<br>Lugar: Ciudad de Buenos Aires.<br>Espectro usado: 28 GHz.<br>Solución usada: Prueba de banda ancha en 28 GHz.<br>Velocidad: 20 Gbps   |
| Brasil      | Vivo y Claro, en asociación con Ericsson  |
| Canadá      | Pruebas 5G en 2016:<br>Bell y Nokia 5G<br>Telus y Huawei<br>Pruebas 5G en 2018:<br>Bell y Huawei 5G<br>Rogers y Ericsson<br>Shaw y Nokia<br>CableLabs y Rohde & Schwarz.<br>El gobierno Nacional y el gobierno federal de Ontario y Quebec anunciaron una inversión de 0.20 billones de dólares canadienses (US\$0.15bn) para alianzas público privadas para proyectos de investigación 5G. |

|               |  |
|---------------|--|
| Chile         | De acuerdo con los informes, en diciembre de 2017, Claro Chile y Nokia realizaron la primera demostración de 5G en América Latina utilizando la banda de 27 GHz (obteniendo un downlink de 9 Gbps). Entel y Telefónica Chile se asociaron con Ericsson para preparar sus redes para los servicios 5G   |
| Colombia      | Prueba de Huawei y Tigo-UNE 5G (comunicado de prensa):<br>Solución utilizada: MIMO masivo<br>Velocidad de banda ancha: 640 Mbps (interior)<br>Prueba de Nokia y Claro 5G (comunicado de prensa):<br>Velocidad de banda ancha: 10 Gbps.<br>Prueba Movistar Colombia y Ericsson 5G.<br>Velocidades de banda ancha: entre 27 y 31 Gbps (comunicado de prensa).<br>Telefónica anunció el lanzamiento de una red 4.5G en 129 ciudades.  |
| Costa Rica    | Algunos operadores, como Claro, anunciaron pilotos desde 2019.   |
| México        | Según los informes, América Móvil ha estado realizando pruebas de 5G en México desde 2016. No hay más detalles disponibles.  |
| United States | Desde 2017, los operadores más grandes han estado realizando pruebas para grandes anchos de banda con espectro para 5G. Se han realizado varias pruebas también en la banda de 3.5 GHz por T-Mobile, US Cellular (pendiente de aprobación de la FCC), Google y otros. Algunos operadores también adquirieron espectro de ondas milimétricas a través de adquisiciones de empresas y / o la subasta de espectro de 28 GHz (Flash). Los primeros despliegues comerciales están en curso. |



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Noboa Salavarría, Andrés Omar** con C.C: # 0951723758 autor del Trabajo de Titulación: **Estudio del desempeño de red 5G para la aplicación y prestación de nuevos servicios en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 15 de septiembre del 2020

f. \_\_\_\_\_

Nombre: Noboa Salavarría, Andrés Omar

C.C: 0951723758



## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

|   |   |   |    |
|---|---|---|----|
| <b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>  | Estudio del desempeño de red 5G para la aplicación y prestación de nuevos servicios en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo  |   |    |
| <b>AUTOR(ES)</b>  | Noboa Salavarría, Andrés Omar   |   |    |
| <b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>  | M. Sc. Heras Sánchez, Miguel Armando  |   |    |
| <b>INSTITUCIÓN:</b>   | Universidad Católica de Santiago de Guayaquil   |   |    |
| <b>FACULTAD:</b>  | Educación Técnica para el Desarrollo  |   |    |
| <b>CARRERA:</b>   | Ingeniería en Telecomunicaciones  |   |    |
| <b>TITULO OBTENIDO:</b>   | Ingeniero en Telecomunicaciones   |   |    |
| <b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>  | 15 de septiembre del 2020   | <b>No. DE PÁGINAS:</b>  | 77 |
| <b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>   | ENB , GRS   |   |    |
| <b>PALABRAS CLAVES/<br/>KEYWORDS:</b>   | Coberturas, Medidores de Fotones, Voltajes, Condensadores, Datos móviles, ARCOTEL, Orgánica las del servicio público de energía eléctrica   |   |    |
| <b>RESUMEN/ABSTRACT</b> (150-250 palabras):                                   | <p>El presente trabajo de investigación proyecta a análisis una red celular 5G para la justificación de servicios, los cuales presentan beneficios hacia las funciones de acceso inalámbrico de banda ancha, el cual esta denominado a los sistemas de comunicación móvil para los usuarios. Ante todo, la demanda del mercado telefónico es alta mediante el avance que experimenta la tecnología, permite reglamentar la calidad de servicio el cual autoriza al usuario innovaciones de rápido acceso incluso para las clases virtuales y otros servicios de comunicación. Fundamentalmente es preciso entender que se toman mediciones tanto en el procesamiento de datos, así como en los recursos de hardware que integran equipos de comunicación, de transmisión para su correcta ejecución de aprendizaje. El requerimiento acerca del celular inicia mediante un crecimiento acerca del uso de teléfonos en todo el Ecuador lo que se demuestra en los trabajos relacionados, es dar a conocer con esta investigación las condiciones la red presenta mejor desempeño a partir de la implementación, teniendo así escenarios donde se presenten variaciones hacia el número de usuarios y teniendo en cuenta la distancia entre estaciones de red, modelos de propagación, servicios de portadores, modelo de movilidad. Dependiendo de los resultados se pretende analizar insumos importantes en el diseño de las redes permitiendo obtener beneficios hacia la empresa, tanto a sus grupos investigativos y de aplicaciones tecnológicas. Además, mediante esta investigación se acomete la importancia de evidenciar las potencialidades de la red.</p> |   |    |
| <b>ADJUNTO PDF:</b>   | <input checked="" type="checkbox"/> SI  | <input type="checkbox"/> NO   |    |
| <b>CONTACTO CON AUTOR/ES</b>  | <b>Teléfono:</b> +59391845137   | <b>E-mail:</b> <a href="mailto:andynob1197@hotmail.com">andynob1197@hotmail.com</a> |    |
| <b>CONTACTO CON LA<br/>INSTITUCIÓN<br/>COORDINADOR DEL<br/>PROCESO DE UTE</b> | <b>Nombre:</b> Noboa Salavarría, Andrés Omar  |   |    |
|   | <b>Teléfono:</b> +593-9-4722843   |   |    |
|   | <b>E-mail:</b> <a href="mailto:andres.noboa@cu.ucsg.edu.ec">andres.noboa@cu.ucsg.edu.ec</a>   |   |    |
| <b>SECCION PARA USO DE BIBLIOTECA</b>   |   |   |    |
| <b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>                                     |   |   |    |
| <b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>  |   |   |    |
| <b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>                                       |   |   |    |