



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

ESTUDIO DE LAS DIFICULTADES Y REQUERIMIENTO DE LA IMPLEMENTACION DE LA RED 5G.

Autor:
Páez P, José E

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master)



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA TELECOMUNICACIONES**

**ESTUDIO DE LAS DIFICULTADES Y REQUERIMIENTO DE LA
IMPLEMENTACION DE LA RED 5G.**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO TELECOMUNICACIONES.**

Autores: Páez P, José E
C.I.: 24.643.585
Tutor: Ing. Oliger V Mendoza

San Diego, Julio 2021



UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ
 COORDINACION DE PASANTIAS Y TRABAJO DE GRADO
 FACULTAD DE INGENIERIA

ACTA DE APROBACION DEL INFORME DE PASANTIA O
 TRABAJO DE GRADO


El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

Estudio de las dificultades y requerimientos de la implementación de la red 5G en Venezuela

Realizado por el (la) Br. José Páez

C.I. N° 24643585, cursante de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que reúne los méritos suficientes para su aprobación asignándole la CALIFICACION DEFINITIVA D Diecinueve (19) PUNTOS

El Jurado


 (Wilma Soza 7130496)
 Tutor académico (coordinador)
 Nombre: Oliver Mendoza
 C.I. 16755513


 Jurado (1)
 Nombre: Ayda Bastidas
 C.I. 8667378


 Jurado (2)
 Nombre: José Villatoro
 C.I. 24193852

Fecha: 08/09/2021

PARA SER LLENADO POR LA COORDINACIÓN DE PASANTIA Y TRABAJO DE GRADO

He recibido Original del Acta de Aprobación para ser colocada en la solvencia Académica

Nombre del Graduando:

C.I.

Fecha:


 Coordinación de Pasantía y Trabajo de Grado

SEMESTRE: 2021-1er



FI-T-003-2021-ICR (TG)

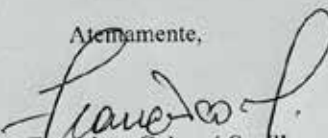
Valencia, 21 de julio de 2021

Ciudadano:
Páez Paviot, José Eduardo.
CI. 24.643.585
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 02-2021 de fecha 25-05-2021 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **ESTUDIO DE LAS DIFICULTADES Y REQUERIMIENTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED 5G EN VENEZUELA**, presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero en Telecomunicaciones.

Se ratifica la designación de la Ing. Oligier Mendoza C.I: 16.755.513 como Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,


Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.
Decano



c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado.

GF/aa



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA
DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ing. Oliger Mendoza , portador de la cédula de identidad N° 16.775.513, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Páez P, José E portador de la cédula de identidad C.I.: 24.643.585 titulado **ESTUDIO DE LAS DIFICULTADES Y REQUERIMIENTO DE LA IMPLEMENTACION DE LA RED 5G.** presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Telecomunicaciones , considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 29 días del mes de julio del año dos mil veintiuno

Ing. Oliger Mendoza.
C.I.: 16.775.513

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por acompañarme todos los días.

A mi Familia

Por el apoyo incondicional a lo largo de este proyecto.

A mis Tutoras Ing. Oliger Mendoza e Ing. Alicia De Pizzella

Por ayudarme y darme apoyo en la elaboración de este proyecto.

A la Universidad José Antonio Páez en representación de cada uno del cuerpo docente y administrativo.

A cada una de las personas que de una u otra forma han contribuido en mi formación profesional.

Mil Gracias.

DEDICATORIA

A mis padres, ellos fueron mi impulso para seguir adelante y lograr mis metas.

ÍNDICE

CONTENIDO	pp.
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLA	x
RESUMEN INFORMATIVO	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Formulación del Problema.....	5
1.3 Objetivos de la Investigación.....	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 Justificación.....	5
1.5 Alcance del proyecto.....	7
1.6 Limitaciones del proyecto.....	7
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes.....	8
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	8
2.1.2 Antecedentes Nacionales.....	10
2.2 Bases Teóricas.....	10
2.2.1 Evolución de la web y adaptación a las necesidades..	11
2.2.2 La Red de Telecomunicación	12
2.2.3 Tres áreas de aplicación de la red 5G	13
2.2.4 Requisitos.....	14
2.2.5 Las telecomunicaciones en Venezuela.....	15
2.2.6 Verdades y Mitos de la tecnología 5G.....	21
2.3 Bases legales.....	24
2.4 Definición de términos.....	31

III MARCO METODOLÓGICO

3.1	Tipo de Investigación.....	32
3.2	Nivel de la Investigación.....	33
3.3	Diseño de Investigación.....	33
3.4	Población y Muestra.....	34
3.4.1	Población.....	34
3.4.2	Muestra.....	34
3.5	Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos.....	35
3.6	Fases Metodológicas.....	36

IV RESULTADOS

4.1	Diagnosticar la situación actual de las redes de telecomunicaciones en Venezuela.	38
4.1.1	Situación gubernamental.....	38
4.1.2	Situación de infraestructura.....	41
4.1.3	Situación legal.....	42
4.2	Describir el desarrollo de la tecnología 5G a nivel mundial..	49
4.2.1	Generación OG.....	50
4.2.2	Primera Generación Digital 1G.....	51
4.2.3	Segunda Generación Digital. 2G.....	51
4.2.4	Tercera Generación Digital 3G.....	52
4.2.5	Cuarta Generación Digital 4G.....	54
4.2.6	Quinta Generación Digital 5G.....	57
4.3	Establecer los requerimientos energéticos, técnicos, operativos para la implementación de la red 5G.....	61
4.3.1	Ondas Milimétricas.....	61
4.3.2	Redes Heterogéneas.....	64
4.3.3	Massive MIMO.....	65
4.3.4	Beamforming - Conformación de haces.....	67
4.3.5	Comunicación Dispositivo a Dispositivo (D2D).....	68
4.3.6	Tecnología de Acceso NOMA.....	69
4.3.7	Full Duplex.....	72
4.3.8	Arquitectura 5G.....	74
4.3.8.1	NG-RAN (Next-Gen Radio Acces Network).	75
4.3.9	Virtualización.....	76
4.4	Señalar la problemática que pueda existir a nivel nacional e internacional para la implementación de la red 5G.....	76
4.4.1	A nivel Nacional.....	76
4.4.2	A nivel internacional.....	78

CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

ÍNDICE DE FIGURAS

1	Informe de las cifras del sector IV trimestre 2019.....	41
2	Telefonía Fija.....	43
3	Telefonía Móvil.....	43
4	Líneas telefonía fija.....	44
5	Líneas telefonía Móvil.....	44
6	Participación del mercado telefonía fija.....	45
7	Participación del mercado telefonía móvil.....	45
8	Penetración telefonía fija.....	46
9	Penetración telefonía móvil.....	46
10	Tráfico de minutos.....	47
11	Línea móvil por tecnología.....	47
12	Acceso a prepago y pospago.....	48
13	Líneas BAM.....	48
14	Banda ancha fija.....	49
15	Arquitectura Base de una Red Celular.....	49
16	Servicios y aplicaciones de tecnologías W-CDMA Y TD-CDMA..	52
17	Evolución HSPA+.....	53
18	Velocidades de la Cuarta Generación.....	54
19	Diagrama de aumento prolífico de volumen de DATA.....	55
20	Agregación de Portadora.....	56
21	Estadísticas de Incremento de data.....	58
22	Requisitos para capacidades claves.....	59
23	Espectro electromagnético y sus banda de frecuencia.....	61
24	Asignación de frecuencias.....	62
25	Bloqueo LOS.....	63
26	HetNet con Macrocelas y Small Cells.....	65
27	Massive MIMO.....	66
28	Arreglo de antenas Massive MIMO.....	67
29	Arquitectura D2D en interfaces lógicas.....	69
30	Esquema NOMA.....	70
31	Capacidad NOMA vs OMA.....	71
32	NOMA cooperativo.....	71
33	Full Dúplex.....	72
34	Circulador CMOS.....	73

35	Sistema 5G.....	74
36	Arquitectura C-RAN.....	75

ÍNDICE DE CUADRO

CUADRO	Pp.
1. Proyectos gubernamentales Actividades.....	40



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA TELECOMUNICACIONES**

**ESTUDIO DE LA RED 5G. Y SU IMPACTO SOCIO ECONÓMICO EN
VENEZUELA. PRINCIPALES REQUERIMIENTOS Y DIFICULTADES DE
SU APLICACIÓN**

Autores: Páez, José.

Tutor: Ing. Oliger Mendoza

Fecha: Julio 2021.

RESUMEN

En la actualidad existe una alta demanda para la implementación del nuevo estándar de telefonía móvil 5G, lo que representa un avance revolucionario en términos de velocidades de datos, latencia, conectividad masiva, confiabilidad de la red y eficiencia energética. Estas capacidades están dirigidas a lograr una conectividad de alta velocidad, visualización realidad aumentada, Internet, entre otros. En esta investigación, se desarrolló un estudio sobre las potencialidades del nuevo estándar móvil, así como los nuevos desafíos tecnológicos que supone la implementación de un sistema de última generación. El enfoque se centra principalmente en el usuario y se identifican las principales tecnologías, evaluando los requerimientos, y dificultades que supondría su implementación en Venezuela. La investigación es de tipo proyecto documental, de diseño investigación bibliográfica, exploratoria, y con un nivel descriptivo, con metodología cualitativa, se aplicarán la revisión documental.

Descriptor: red 5G, impacto, principales requerimientos, aplicaciones.

INTRODUCCIÓN

La tecnología de acceso móvil está pasando en estos momentos por un cambio evolutivo, cada generación de tecnología móvil ha proporcionado importantes mejoras de rendimiento. Estos cambios rápidos son la respuesta a las demandas de capacidad y el resultado del crecimiento masivo de datos en los últimos diez años, debido principalmente a la demanda de video de alta calidad. La capacidad de resolución de video está aumentando y se necesitarán dispositivos compatibles con video 4K. La demanda de contenido multimedia continuará creciendo a tasas extremas, superando las previsiones. El tráfico móvil anual que aumento a 2.1 Exabytes/mes para el año 2020. Sin embargo, los patrones de uso de 5G de los estándares Internacionales de Telecomunicaciones Móviles (IMT 2020) no solo se limitan a la banda ancha móvil.

La 5G será definido por la sociedad perfectamente conectada con avances en inteligencia artificial, IoT autónomo (Internet of Things), comunicación masiva de tipo máquina, análisis de big data y aumentada / virtual La realidad está respaldada por altas velocidades, conectividad segura y muchos otros factores. Con 5G, la transmisión de datos a alta velocidad no solo dependería de la ubicación, ya sea en los sótanos o en las cafeterías. Los consumidores podrán disfrutar de velocidades súper altas con confiabilidad y consistencia, incluso en interiores o en áreas superpobladas.

Un número cada vez mayor de dispositivos conectados será la función base de esta futura red. Ericsson ha pronosticado 1 mil millones de suscripciones 5G para finales de 2023. Con la tecnología 5G se reducirá la demora a 1 milisegundo. Eso es 400 veces más rápido que un abrir y cerrar de ojos. Será la conectividad tan rápida, que algunas compañías lo ven como el inicio de un nuevo futuro, con infinitas posibilidades, incluida la cirugía remota. Según DOCOMO las fuentes, para fines de 2023, esta revolución en la industria de las telecomunicaciones se desplegará sobre una base social y comercial. GSMA estima que solo EE. UU. Tendrá 100 millones de conexiones 5G para 2023 y 190 millones para 2025.

Según el estudio, en 2035, cuando el beneficio económico total de 5G debería realizarse en todo el mundo, una amplia gama de industrias desde el comercio minorista a la educación, el transporte al entretenimiento y todo lo demás podría producir hasta 12,3 billones de dólares en bienes y servicios habilitados por 5G. Por ende, saber en qué condiciones estructurales y legales se encuentra la principal operadora pública de telefonía móvil en el país, la percepción del usuario y el alcance que esta tecnología presenta.

El presente trabajo de investigación está estructurado en cuatro capítulos, con el fin de cumplir las normativas establecidas por la Universidad José Antonio Páez, dichos capítulos se describen a continuación:

Capítulo I: referido al problema, su planteamiento el cual se trata de comprobar durante todo el curso de la investigación por medio de los objetivos generales y específicos, así como la justificación del estudio y su alcance.

Capítulo II: referente al marco teórico, señala las investigaciones previas, así como información referente a la temática planteada.

Capítulo III: Marco Metodológico se plantea la naturaleza de la investigación, la cual, por sus características, se trata de una investigación documental con carácter descriptivo, de modo que la estrategia metodológica seleccionada servirá de guía para el desarrollo del trabajo de grado.

Capítulo IV: este capítulo contempla los resultados, conclusiones a la que se llegó luego del proceso de investigación documental y las recomendaciones basadas en lo antes expuesto.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La globalización establece avances tecnológicos constantes en parte, estos cambios implican que se desarrollen nuevas estructuras para la transformación de la comunicación y que esta se pueda realizar de forma ágil y segura.

La telefonía móvil ha evolucionado desde la aparición de la primera generación de tecnología móvil denominada 1G, que se caracterizó por ser analógica y estrictamente diseñada para transmitir voz. Posteriormente se enfocó en mejorar la calidad del servicio con la llegada de la red 2G, que era digital e incluía servicios como mensajes de texto (SMS) y fax. Después se creó la red 3G que se distinguió por ofrecer servicios que requieren una alta velocidad de transmisión de datos como videoconferencias y acceso rápido a internet, y finalmente, con la puesta en operación de la red 4G LTE (de sus siglas en inglés Long Term Evolution), la cual proporciona velocidades de datos de bajada de 100 Mbps y hasta 1 Gbps, tanto en ambientes exteriores (móviles) como en interiores (fijos), teniendo una alta seguridad, además de incluir el roaming, entre otros.

El futuro de la comunicación móvil será muy diferente de los que se observa hoy en día, con tráfico de datos inalámbrico proyectado a incrementarse 10,000 veces dentro de los próximos 10 años, debido al mayor uso de teléfonos inteligentes, tabletas, nuevos dispositivos inalámbricos y nuevas tecnologías como el internet de las cosas (IoT), Por tal motivo, los investigadores y compañías en todo el mundo están trabajando en la próxima generación de dispositivos móviles de 5G siendo liderizada por la empresa Huawei para satisfacer esta demanda con capacidad cada vez mayor y de esta forma respaldar los requerimientos establecidos en el uso de esta red 5G, cabe destacar que esta tecnología no solo compete al sector de telefonía, por

cuanto también se beneficiarán sectores como la industrial, salud y transporte que incorporarán aplicaciones basadas en transmisión de información por objetos y maquinaria.

En Venezuela existen problemas que retrasan la implementación de las tecnologías entre estas razones se puede mencionar: elevado costo de equipos, mantenimiento y conectividad para alcanzar una gestión tecnológica exitosa, se debe cumplir la triada: conocimiento a través del capital humano, investigación y desarrollo; cada uno de estos elementos debe ser desarrollado e impulsado dentro de una organización, así como la interacción que existe entre ellos. Otro aspecto importante que forma parte de la gestión tecnológica es la influencia del entorno, entendiéndose como entorno para la presente investigación, las políticas de estado que incentiven el desarrollo tecnológico por consiguiente son aspectos a mejorar para poder acceder a las renovaciones tecnológicas y ser un país con similitud de conocimiento que las naciones de gran índole.

En general, los países con mayor avance tecnológico de Asia son: Corea del Sur, Japón y Singapur. En América Estados Unidos va muy por delante de los países europeos. El operador coreano KT Telecom lanzó la primera oferta comercial 5G del mundo en 2018, tras probarla en los Juegos Olímpicos de Invierno de la ciudad de Pyeongchang.

En América Latina se espera que las primeras pruebas piloto aparezcan a más tardar a finales de 2021 en México, Chile y Argentina, y apoyados en la tecnología de compartición dinámica de espectro (DSS), que únicamente implica una actualización de software, postergando por ahora las fuertes inversiones que se requieren para la construcción de estaciones base para aumentar la densificación de nodos que requiere el 5G para los retardos en la transmisión. América Móvil fue la primera en hacer pruebas en la región, migrando algunas zonas de Brasil y Colombia, en asociación con Ericsson.

El conflicto radica en que la implementación de una nueva tecnología le genera gastos al Gobierno y en ocasiones los entes reguladores no están en constantes

capacitaciones. Actualmente el país se encuentra implementada la tecnología 4G LTE pero aún no abarca a toda la nación por motivo de coberturas en los sitios apartados de las grandes ciudades, por ende saber en qué condiciones legales se encuentra la principal operadora pública de telefonía móvil en el país, la percepción del usuario y el alcance que esta tecnología presenta representa una guía a seguir.

1.2 Formulación del problema

Del planteamiento del problema descrito anteriormente se deriva la siguiente interrogante:

¿Cuáles son las dificultades y principales requerimientos para la implementación de la red 5G en Venezuela?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Determinar las dificultades y requerimientos de la implementación de la red 5G en Venezuela.

1.3.2 Objetivos Específicos

punto de vista económico, pues influye en la forma en que las personas interactúan entre ellas día a día, en la escuela, familia y trabajo.

Venezuela vive una de las mayores crisis económicas de su historia, desde tiempos remotos se ha presentado la necesidad de no depender de la renta petrolera, sin embargo, este aunado factor político ha provocado un estancamiento en el sector industrial incidiendo a su vez en el comercial, sectores como el turismo se ven afectados por la actual situación sanitaria.

La tecnología 4G ha traído mejoras para sus beneficiarios en velocidad, capacidad de servicios y nuevas aplicaciones móviles. Actualmente los usuarios que disponen de la tecnología 4G pueden acceder a las siguientes características:

1. Participar en videoconferencias en alta calidad en tiempo real.
2. Acceder a Videojuegos online.
3. Transmitir eventos en vivo.
4. Mantener comunicación a larga distancia.
5. Descargar y subir archivos pesados en poco tiempo

Sin embargo, se ha demostrado que el internet en nuestro país es una de las más lentos, entonces la inversión que el Estado tendría que aportar es considerable, pero las ventajas que se proyectan, entre la que está el atraer capital privado foráneo y el uso del capital humano formado en sus universidades se convierten en una razón de peso para realizar la presente investigación, en cuanto al aspecto social, la tecnología 5G ha estado rodeada de mitos y desinformación sobre daños a la salud o mecanismo de control humano por tanto presentar un estudio que aclare la visión del posible usuario cobra relevancia.

Surge entonces la necesidad de que el país se incorpore a la corriente tecnológica del 5G como mecanismo de garantizar a los sectores económicos y sociales una plataforma tele-comunicacional rápida, confiable en la transmisión de la información.

1.5 Alcance de la Investigación

La presente investigación aspira a señalar las dificultades y principales requerimientos que tendría la implementación de la tecnología 5G en Venezuela a fin de presentar un conjunto de recomendaciones que permitan a futuro crear una base sólida en la ejecución de proyectos especializados en el tema y contribuya por demás en ampliar los conocimientos de la red 5G separando los mitos de la verdad científica que rodea a esta tecnología.

1.6 Limitaciones

El presente trabajo de investigación se encuentra delimitado geográficamente en el territorio y fronteras de La República Bolivariana de Venezuela en base a información recopilada de Fuentes Gubernamentales, del sector Industrial y la población en general ubicada en Valencia- Edo. Carabobo, durante el año 2021.

La obtención de información de entes gubernamentales constituye uno de los principales retos a solventar durante el proceso investigativo debido a que no son proclive a dar información sobre sus datos estadísticos o proyectos a desarrollar. De igual forma el lapso para el desarrollo del mismo se hace corto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

Los antecedentes relacionan el problema con las investigaciones anteriores, referidas al mismo tema. De esta forma, el investigador se familiariza y estudia los hallazgos y documentos anteriores que, directa o indirectamente están relacionados con el problema de la investigación planteada. En tal sentido, para elaborar y desarrollar la presente investigación se tomó como base referencial diversos trabajos de grado tanto nacionales como internacionales, que proporcionan el soporte al contenido teórico; gracias a los conocimientos e informaciones que los distintos autores aportaron en sus investigaciones sobre temas similares y que anteceden este estudio, constituyen una fuente de relevancia para ejecutar y presentar esta investigación. Entre los trabajos que servirán de apoyo documental y metodológico para la presente investigación cabe destacar los realizados por los siguientes autores.

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Montesinos, J (2018) en su investigación titulada **“Estudio Y Análisis De Tecnologías Habilitadoras 5G Y Sus Factibilidades Para El Desarrollo Del Internet De Las Cosas”**, señala que La red móvil de quinta generación (5G), en particular, tiene como objetivo abordar las limitaciones de los estándares celulares anteriores y ser un habilitador clave potencial para el futuro IoT. En este documento, se estudian los requisitos de la aplicación IoT junto con sus tecnologías de comunicación asociadas. Además, se analizan en detalle las soluciones LowPower Wide Area (LPWA) basadas en celulares del Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP) para respaldar y habilitar los nuevos requisitos de servicios para casos de uso de IoT Masivos a Críticos, Comunicaciones masivas tipo máquina (mMTC) y Narrowband-Internet of Things (NB-IoT). Además, se introducen las

mejoras 5G New Radio (NR) para nuevos requisitos de servicio y tecnologías habilitadoras para el IoT. Dicha investigación se llevó a cabo mediante el método descriptivo y teórico, dejando como conclusión la diferencia de la tecnología 5G con las tecnologías pasadas y su relevancia para la aplicación en el internet de las cosas.

Como aporte significativo a la presente investigación se evidencia la importancia de la red 5G en la utilización de recursos tecnológicos, para cubrir las demandas de conectividad para la implementación de los nuevos estándares y tecnologías que se genera en el parque industrial de las telecomunicaciones.

Así mismo Oleaga, J (2019) en su trabajo publicado en el diario ABC de España presenta un trabajo investigativo titulado **“Por qué las redes 5G van a cambiar la economía y la sociedad”**, en el cual establece que el 5G va a cambiar la economía y la sociedad hasta un punto que no nos podemos llegar a imaginar. Los objetos y máquinas conectadas, conducirán a una nueva era de automatismo y eficiencia, que algunos podrían denominar como la tercera revolución industrial. Realmente no se sabe qué aplicación tendrá el 5G en el futuro. La tecnología puede ser a veces predecible; los seres humanos, no. Parece una frase hecha, pero no hay más que remitirse a, por ejemplo, el despliegue de las conexiones 3G, que no estaban pensada en un principio para los «smartphones», que llegaron después. Con el 4G y la alta velocidad móvil se ha dado un importante paso en los últimos años y es de esperar que con el nuevo 5G, que las empresas implicadas (telecomunicaciones, operadoras, tecnológicas) están creando actualmente el protocolo y estandarización, también ocurra igual. La idea es alcanzarlo durante este año, pero eso quiere decir que a día de hoy no existe prácticamente el modelo de nuevas conexiones. «El 5G es mucho más que la comunicación en sí, va a traer cambios en la sociedad y la economía. Sectores que no estaban digitalizados, como la agricultura, se transformarán creando nuevos modelos y oportunidades de negocio», como lo expresa Sara Mazur, vicepresidente y directora de investigación de Ericsson.

Esta información está vinculada a los beneficios que el uso de esta tecnología en el sector económico cuya relación es directamente proporcional al bienestar social.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

En otro contexto la investigación realizada por Molina Durán, Johana del Valle (2018) titulada **“Las implicaciones de la Brecha Digital para los países en desarrollo: Caso Venezuela”**, para la revista redalyc.org como profesora titular de la Universidad de Los Andes, Venezuela. Realiza un método descriptivo de los principales beneficios que generan las tecnologías de información y comunicación en las economías del mundo, de igual manera se aborda lo concerniente a la brecha digital, es decir el espacio que existe entre aquellos que poseen mayores accesos a las tecnologías de información y comunicación y los que no lo tienen, así como también, los diferentes niveles o estratos de esta brecha digital, las principales causas y las consecuencias que implica para los países en vías de desarrollo, la existencia de la sociedad en red, y desde esta perspectiva se aborda el caso venezolano, país que se distingue por poseer restricciones de tipo informativo, legal, financiero, que acrecientan las diferencias entre las condiciones de vida de este país y el resto del mundo.

En tal sentido el análisis que realiza sobre la precariedad del sistema de telecomunicaciones es un ingrediente más para el atraso en el campo industrial, generando un distanciamiento social entre los que pueden acceder a ella y quienes carecen de este recurso.

2.2 Bases teóricas

Es una de las fases más importantes de la investigación, ya que en ella se desarrollan las teorías que van a fundamentar el proyecto con base al planteamiento del problema que se ha realizado. La investigación se constituirá de una serie de variables que a continuación se plantean documentalmente a fin de obtener una idea de los aspectos a considerar, tanto en la recolección de información, como en la formulación de la propuesta, debido a que estas comprenden un conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar el fenómeno o problema planteado.

2.2.1 Evolución de la web y adaptación a las necesidades

Con el paso del tiempo las tecnologías de la información y la comunicación han ido mejorando, proporcionando mejores conexiones a internet, proporcionando nuevas formas de acceso a la red, apareciendo nuevos dispositivos y un sinnúmero de cambios que afectan directamente a las necesidades de personas, organizaciones y empresas. La web ha ido adaptándose a estos cambios para satisfacer estas necesidades, sobre todo de comunicación y acceso a la información.

Para ver esta evolución de la web a lo largo del tiempo se pueden diferenciar cuatro etapas distintas que se conocen por la palabra “web”, seguidas de los números 1.0, 2.0, 3.0 y 4.0, para cada una de estas cuatro generaciones de la web.

Web 1.0

El comienzo de la web data de los años 60, donde el usuario es solo un consumidor del contenido que es subido a servidores por parte de expertos informáticos. En esta etapa los navegadores eran solo de texto y a pesar de que eran muy simples, disfrutaban de una gran rapidez. La web 1.0 mejora con la aparición del lenguaje HTML, que proporciona contenido con mejor estructuras y más atractivos para leer. Aun así, el usuario aún no podía interactuar y la web era como una especie de libro donde buscar y leer información.

Web 2.0

A partir del año 2001, y como consecuencia de la crisis de las empresas denominadas .com, surge un cambio importante que da comienzo a la web 2.0. A partir de tres principios básicos, el usuario empezaría a interactuar con las webs. Estos tres principios eran:

La web como plataforma.

La inteligencia colectiva.

La arquitectura de participación.

Web 3.0

La web 3.0 surge en 2006 para relacionar las webs de forma semántica, lo que permite que la información pueda ser encontrada de forma más rápida y eficiente debido a su estructuración. Este sistema está relacionado con una visión en tres dimensiones de la web, abriendo nuevas formas de comunicación y colaboración utilizando espacios tridimensionales. Ya no solo se accede a la web desde el navegador, sino que se hace uso de otros dispositivos y tecnología inteligente. Obteniéndose que el contenido y el conocimiento se relacionen de manera más eficiente.

A pesar de que la web 1.0 y 2.0 están bien definidas por hechos que marcan su desarrollo, la web 3.0 es aún fruto de debate para considerar su correcta definición.

Web 4.0

Tras la web 1.0 2.0 y 3.0 llega la etapa actual conocida como web 4.0. En esta etapa la inteligencia artificial aparece como principal tecnología haciendo que los sitios sean inteligentes y capaces de interactuar y responder a las necesidades de los usuarios. Por eso se asocia la web 4.0 a una web predictiva.

En la web 4.0, la voz aparece como vehículo de intercomunicación. Es posible dar una orden de voz y que la misma se cumpla de manera efectiva y eficiente. “Pide un taxi” o “llama a un contacto” son órdenes que pueden darse desde dispositivos móviles u ordenadores y obtener un resultado óptimo.

Web 5.0

Es la futura generación de la Web, es un sistema innovador que busca medir las emociones en la Web (hasta ahora, la web ha sido un entorno emocionalmente neutro). A futuro las emociones estarán incorporadas a partir de dispositivos y herramientas para reconocer que es lo que una persona está sintiendo al ver un video, o cómo reacciona al leer una información.

2.2.2 La Red de Telecomunicación

El 5G es básicamente un acrónimo para referirse a la red móvil de quinta generación. Nueva generación de las tecnologías estándares de la comunicación

inalámbrica, que es la que utilizan nuestros dispositivos móviles para permitirnos estar conectados en cualquier sitio y que es la evolución de la actual 4G/LTE. Un salto generacional con el que se espera una mejora en términos de velocidad, latencia y consumo que según estamos viendo, podría cambiar por completo el uso de nuestros teléfonos móviles o dispositivos conectados. En definitiva, el 5G es la nueva generación de la tecnología empleada en la comunicación entre dispositivos móviles que nos ofrecerá una mayor velocidad de conexión con una latencia mucho menor y que, aun así, garantizará un menor consumo energético, lo que ayudará a alargar la autonomía de las baterías.

2.2.3 Tres áreas de aplicación de la red 5G

La red 5G se puede aplicar en tres áreas diferentes: banda ancha móvil ultrarrápida (Enhanced Mobile Broadband) comunicación entre máquinas y aplicaciones (M2M, Massive Machine Type Communications) y una red de alta confiabilidad con tiempos de respuesta cortos (Ultra reliable and low latency Communications). Para la aplicación práctica de estas tres áreas de trabajo será necesario trabajar en las condiciones técnicas necesarias para el funcionamiento de la tecnología 5G.

Banda ancha móvil ultra rápida

En los últimos años, el uso de Internet desde dispositivos móviles ha aumentado exponencialmente. Es previsible que esta tendencia continúe aumentando en el futuro. Para aprovechar el contenido especialmente elaborado (como el video de alta resolución 4K o 8K), los usuarios necesitan una alta velocidad de datos y una alta capacidad en la red móvil. El 5G ofrece las bases técnicas necesarias para que la velocidad de transmisión de datos alcance 10 gigabyte por segundo. Las aplicaciones en el campo de la realidad virtual o aumentada, que requieren una alta velocidad de transmisión de datos y una gran capacidad, se pueden utilizar gracias a 5G. Estas tecnologías pueden ser utilizadas en muchos sectores, desde el laboratorio artesanal hasta la sala de operaciones.

Comunicación entre máquinas y aplicaciones (M2M)

La red de dispositivos y máquinas continuará cambiando mercados, industrias y empresas. Términos como la industria 4.0, la comunicación machine-to-machine (M2M) y el Internet de las cosas (IoT) describen realidades que dominan la vida cotidiana. Desde aplicaciones industriales donde la maquinaria envía datos de producción para su uso en la automatización del hogar a objetos cotidianos, como brazaletes deportivos. Aunque estos dispositivos actualmente envían una pequeña cantidad de datos en el futuro, el volumen podría aumentar, así como la cantidad de dispositivos en la red.

Red de alta fiabilidad de baja latencia

Se requiere una transmisión de información ultrarrápida y confiable para confiar operaciones delicadas a las máquinas. La breve latencia de 5G entra en juego aquí con un tiempo de respuesta de solo un milisegundo. Esto permite que los datos se transmitan casi en tiempo real. En los procesos donde se requiere la máxima confiabilidad de la red de transmisión, como en la ejecución de procesos automáticos, tales como la conducción autónoma, se requerirá una red como la 5G.

2.2.4 Requisitos

El aumento de la capacidad y de las velocidades de datos prometidas por la 5G requiere más espectro y tecnologías capaces de utilizar este recurso de una forma mucho más eficiente, excediendo así los actuales requisitos de los sistemas 3G y 4G. Parte de este espectro adicional procederá de bandas de frecuencias por encima de 24 GHz, lo que plantea retos considerables. El primero se refiere a las características de propagación intrínsecas de las ondas milimétricas. Estas ondas radioeléctricas se propagan a distancias mucho más cortas que las de las bandas de frecuencias medias (entre 1-6 GHz) y bajas (por debajo de 1 GHz).

Por tanto, la cobertura de una zona determinada requerirá un número mucho mayor de estaciones base, lo que aumentará la complejidad de la infraestructura, incluida la necesidad de desplegar equipos radioeléctricos en instalaciones callejeras

como semáforos, farolas, postes de luz, postes de electricidad y fuentes de suministro eléctrico.

Otro de los desafíos se refiere a los enlaces de conexión 5G entre las estaciones base y la red medular (retroceso), que se basan en tecnologías tanto de fibra como inalámbricas. Se requiere un trabajo considerable para implementar servicios de fibra y asegurar la disponibilidad de soluciones de retroceso inalámbricas con capacidad suficiente, como los enlaces de microondas y por satélite, y posiblemente con sistemas de estaciones en plataformas a gran altitud (HAPS) allí donde estén desplegados.

Además, el espectro es un recurso escaso y muy valioso, objeto de una intensa y creciente competencia en los planos nacional, regional e internacional. Dado que el espectro radioeléctrico se divide en bandas de frecuencias atribuidas a diferentes servicios de radiocomunicaciones, estas bandas sólo pueden ser utilizadas por servicios capaces de coexistir sin crear interferencia perjudicial a los servicios adyacentes.

2.2.5 Las telecomunicaciones en Venezuela

En Venezuela, los principios y lineamientos generales para el sector están definidos y comprometidos frente a la Organización Mundial de Comercio: apertura completa a la competencia pasando por el fin en el año 2000 del monopolio en telefonía básica que tiene CANTV. Estos compromisos internacionales que incluyen la suscripción de convenios de propiedad intelectual bajo un nuevo marco legal, en el caso de las tecnologías de información y en especial de las Telecomunicaciones, no son declaraciones de principios y buena voluntad sino criterios operativos que continuamente se aplican y son observados por la comunidad nacional e internacional.

CANTV fue fundada el día 20 de junio de 1930, cuando el comerciante Félix Guerrero, Alfredo Damirón y Manuel Pérez Abascal, obtuvieron una concesión del Ministerio de Fomento para construir y explotar una red de telefonía en el Distrito Federal y los demás Estados del país.

La naciente compañía fue registrada con un capital de 500 000 bolívares de la época y, para iniciar sus operaciones, adquirió la totalidad de las acciones de la empresa Telephone and Electrical Appliances Company (TEAC) por 17 500 000 bolívares. La

compañía comenzó a adquirir varias empresas telefónicas a nivel nacional y logró convertirse en un monopolio, figura jurídica que no estaba prohibida en la legislación venezolana de ese tiempo. En 1946, la denominada Junta Revolucionaria de Gobierno, presidida por Rómulo Betancourt, autorizó al por entonces Ministerio de Comunicaciones para operar el negocio de la telefonía, desplazando a CANTV en la prestación del servicio, relegándola al segundo lugar a nivel nacional.

En 1953, por recomendación de una comisión de alto nivel designada al efecto, el Estado adquirió la totalidad de las acciones de CANTV por el precio de 29 900 911 bolívares de la época iniciándose un proceso de nacionalización,⁶ que concluyó en 1973 con la adquisición de la Compañía de Teléfonos de San Fernando de Apure.

Desde sus inicios, la empresa estuvo enfocada en la adquisición de recursos tecnológicos que modernizasen y masificasen sus servicios, por ello en noviembre de 1981 compra e instala veinte centrales digitales, incluyendo el entrenamiento de los operadores necesarios para su debido funcionamiento.

Para 1990, CANTV consistía de una planta telefónica con deficiencias y atraso tecnológico, además de un alto nivel de corrupción interno y una burocracia elevada. En ese momento, la empresa tenía una penetración del 45,5 %, con 7,2 líneas telefónicas por cada cien habitantes. Sin embargo, CANTV enfrentaba un déficit de 4340 millones de bolívares.

Privatización

CANTV fue privatizada el 15 de diciembre de 1991 en un acto celebrado en el Banco Central de Venezuela, cuando el Estado le otorgó la concesión de la empresa al Consorcio VenWorld, que ofreció US\$ 1885 millones por el 40% de las acciones de la empresa. Aunque un sector de la población se opuso al proceso, la privatización de CANTV se realizó como un contrato de concesión, el cual fijaba parámetros de cobertura y servicios que la empresa debía cumplir anualmente.

La Confederación de Trabajadores de Venezuela (CTV) y la Federación de Trabajadores de Telecomunicaciones (FETRATEL) estarían como organismos

sindicales representativos de los trabajadores de CANTV, para regular lo relativo a los aspectos más importantes de la participación laboral en la privatización de la empresa.

Durante los primeros seis años como empresa privatizada, se emprende la expansión y modernización de las redes de voz y datos, fijas y móviles gracias a la mayor inversión de capital que una empresa privada haya realizado en el país: más de US\$3000 millones.

Se construyeron 1981 kilómetros para el sistema de fibra óptica interurbana, el cual permitiría la conexión de las principales ciudades del país. Durante esta expansión ocurre un accidente en la Autopista Regional del Centro por imprudencia de un empleado de la empresa Abengoa, contratista de CANTV en ese momento.

Otro de los hitos de este período es la creación de Movilnet, el 19 de mayo de 1992, que en su primer año alcanzó 21 000 clientes, y pronto se convertiría en la primera operadora celular del país en digitalizar su red. Bajo la tecnología TDMA (acceso múltiple por división de tiempo) se impulsan productos y servicios que marcan un nuevo cambio en el mercado celular, como el servicio de identificación de llamadas. En 1997, la operadora ya había alcanzado una base de 375 000 clientes. Es de hacer notar que en 1990 ya se estudiaba como proyecto de telefonía móvil celular, mas no fue sino hasta 1992 cuando se concretó.

En noviembre de 1995, la empresa lanza "CANTV Servicios" con el propósito de ofrecer servicios adicionales. Además, CANTV empezó a brindar el servicio de Internet en el país, hecho que la convirtió en la proveedora líder en Venezuela.

En noviembre de 2001 redujo sus inversiones a 400 millones US\$, correspondientes a ese período, con una disminución de 100 millones US\$ con respecto al anterior.

A partir de septiembre de 2005 el valor de sus acciones en la bolsa de valores cayó debido a una sentencia legal emitida en julio de ese año que obligaba a un pago por casi 300 millones US\$ por concepto de ajustes de pensiones a jubilados.

Renacionalización

El 9 de enero del 2007, el presidente Hugo Chávez, en un plan que venía anunciando desde meses atrás, ordenó la renacionalización de CANTV, el cual produjo una caída del precio de las acciones en la Bolsa de Valores de Caracas del 11 %.

El 12 de febrero de 2007, la empresa firmó una carta de intención en el Palacio de Miraflores, mediante la cual el Estado compró la participación del 28,51 % de la empresa estadounidense Verizon en CANTV por US\$572 247 040,2 millones.

El anuncio de la renacionalización frenó las intenciones del empresario mexicano Carlos Slim de comprar la participación de Verizon por medio de América Móvil y Telmex por un precio mayor, por lo que muchos analistas consideran que la empresa perdió valor en la transacción ordenada por el Gobierno. La Carta de Intención estableció igualmente que, 45 días después de la firma, se realizaría una oferta pública de adquisición en las Bolsas de Caracas y Nueva York para que quienes posean acciones de la empresa las vendan al Estado venezolano, al mismo precio al cual fueron adquiridas.

En 2007, la empresa generó ganancias por 1502,7 millones de bolívares fuertes, pero gastó 362,2 millones correspondientes a los pagos con jubilados y pensionados y 116,9 millones en reparos tributarios. Además, el Estado incrementó su control accionario hasta el 90 %.

De acuerdo al Decreto 5974 del 1 de abril de 2008, CANTV fue convertida en empresa estatal, con el 79,62 % de sus acciones compradas por el Ministerio del Poder Popular para las Telecomunicaciones y la Informática, y un 6,59 % obtenidas por el Banco de Desarrollo Económico y Social de Venezuela (BANDES), a través del Fondo Autónomo para Proyectos con Fines Sociales. En total, el 86,21 % de la empresa se volvió propiedad del Estado.

En enero de 2009, la filial de telefonía celular Movilnet lanzó la red GSM. A finales de 2009, la compañía había aumentado en un 30 % el número de suscriptores desde su nacionalización, el cual pasó del 55 % de los hogares en 2006 al 85 % en 2009 y logró incrementar la inversión anual de US\$350 millones a US\$800 millones.

CANTV Televisión Satelital

En enero de 2012, ya en órbita el VENESAT-1, el gobierno de Hugo Chávez puso a disposición el servicio de televisión satelital por suscripción de CANTV a través del Satélite Simón Bolívar. Este servicio estuvo habilitado desde su lanzamiento hasta marzo de 2020, donde quedó fuera de servicio, ante una incidencia técnica que imposibilitaba la transmisión de la señal de radio y televisión abierta hacia el interior del país. Esto fue en plena pandemia, causada por el virus covid-19. En junio de 2020, la presidente de CANTV Gabriela Jimenez, anunció que CANTV Televisión Satelital volvería a transmitir su señal, ya que se enlazaron con el satélite Starone C4. Jimenez aseguraba que para volver a disfrutar de la señal por suscripción se tenía que reprogramar el decodificador y orientar la antena paso a paso, de acuerdo a los anuncios que ellos dieran. Actualmente, CANTV Televisión Satelital está regresando a varios hogares venezolanos.

Avances tecnológicos implementados

Desde 2010 presta servicios de televisión por cable a través del Satélite Simón Bolívar, dentro del sistema cableado con el que distribuye su servicio telefónico y de Internet. También, la empresa reenfoca su objetivo a llegar a 6,2 millones de usuarios de telefonía fija, 14,6 millones de usuarios de telefonía móvil en la filial Movilnet y 1,6 millones de usuarios de Internet.

En 2012, CANTV llegó a los 1,8 millones de usuarios de Internet. Además, el promedio de velocidad en conexión fue elevado de 256kbps a 512kbps y, para ello, la empresa invirtió cerca de Bs. F. 115 millones, que equivalen a US\$26 millones. Su objetivo era instalar 18 000 kilómetros de fibra óptica para julio de 2013 mediante el proyecto OPSUT denominado «Red Nacional de Transporte». Desde que se inició el proyecto de la implantación de la Televisión Digital, CANTV centraliza su difusión y desarrollo, junto a la empresa estatal Red de Transmisiones de Venezuela (Red TV).

CANTV, como ente adscrito al Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria, Ciencia y Tecnología, es uno de los principales ejecutores del Plan

Nacional de Telecomunicaciones, Informática y Servicios Postales 2007-2013 de Venezuela, el cual está dividido en cinco líneas generales:

Acceso masivo a las TIC

Uso y aplicación de las TIC y SP como herramientas habilitadoras del desarrollo

Modelo comunicacional inclusivo

En 2016, el Gobierno ordenó la fusión de Caveguías con CANTV por absorción, lo cual comunicó en la Gaceta Oficial. Así, queda disuelta la Sociedad Mercantil Caveguías, conforme a lo dispuesto en el numeral 7 del artículo 340 del Código de Comercio y, en consecuencia, fue extinguida sin necesidad de liquidar la sociedad.

Debilidades

Desde su renacionalización en 2007, la empresa es constantemente criticada por presentar diversos fallos en telefonía, constantes fallas de la señal o lentitud del Internet del servicio ABA a niveles generales, problemas en ventas o adquisición de equipos, apagones comunicacionales, tardía reacción y atención a alguna avería y faltas por parte de atención al cliente.

En un reportaje de El Nuevo Herald, exfuncionarios del SEBIN y expertos en seguridad afirman que el gobierno venezolano supuestamente ha gastado millones de dólares para espiar a los venezolanos; utilizando tecnología italiana y rusa para monitorear correos electrónicos, palabras claves y conversaciones telefónicas de sus ciudadanos; especialmente los venezolanos que usan CANTV para sus comunicaciones. La información obtenida se utiliza para crear una "persona de interés" para las autoridades venezolanas, donde personas seleccionadas podrían haber sido totalmente espiadas y donde se había creado una base de datos para vigilar a los que discrepan con el gobierno.

Las altas tecnologías tienen una contribución directa al desarrollo humano de la sociedad tanto desde el punto de vista de usuarios de los servicios, como de proveedores de esos mismos servicios. En Venezuela se forman excelentes

profesionales requeridos por la industria. La competencia abierta demanda más y mejores recursos profesionales a todos los niveles.

Venezuela ya tiene una base para el desarrollo del capital humano, para no perderla es indispensable que la industria tenga un marco regulatorio y operacional que impulse su desarrollo y expansión fundamentados en la calidad y la excelencia.

Los niveles de empleo menos sofisticados del sector, como son los correspondientes al mantenimiento, despliegue, administración de la infraestructura y las ventas, han puesto al sector Telecomunicaciones como uno de los principales contribuyentes al empleo en Venezuela.

Aunado a esto, la contribución tributaria del sector Telecomunicaciones es la mayor después de la del sector petróleo en Venezuela.

El sector Telecomunicaciones, por sus grandes requerimientos de inversión continua, es una de las actividades económicas de más alto riesgo. Varias son las causas: la obsolescencia tecnológica por la aparición seguida de tecnologías mejoradas sustitutivas, la economía de escala mínima indispensable que exige el despliegue masivo en muy corto tiempo, la gran competencia, la definición de estándares internacionales y las exigencias del consumidor por servicios de la más alta calidad supervisados por entes reguladores.

2.2.6 Verdades y Mitos de la tecnología 5G.

Cuando la tecnología avanza, siempre hay mitos y rumores que surgen en contra de cierta tecnología, como sucede actualmente también con el Big Data o la Inteligencia Artificial. A continuación, con el propósito dar un poco de luz a algunos de los mitos manejados en la sociedad sobre la tecnología 5G.

Es peligrosa para la salud.

La tecnología 5G no es peligrosa. Al menos no más que las redes que puedes usar hoy en día y que están reconocidas como inofensivas por la OMS Organización Mundial para la Salud. De hecho, este organismo asegura que la principal consecuencia de la interacción entre la energía radioeléctrica y el cuerpo humano, sería el aumento

de temperatura en los tejidos y que esta energía es absorbida por la piel y tejidos superficiales, y no se observa una elevación de temperatura en ellos, por lo tanto, la energía que pudiera llegar a órganos internos como el cerebro es insignificante. La instalación de antenas y estaciones específicas para este tipo de redes ha hecho que muchas personas empezaran a verlas como un peligro, pero un estudio de la Comisión Internacional de Salud) reconoce que el nivel de radiación detectado hasta ahora es tan pequeño que no permite protección de radiación no ionizante (una organización reconocida por la Organización Mundial en detectar anomalías en la temperatura).

Desprende radiación.

Uno de los riesgos del 5G de los que más se habla es la posibilidad de que su uso signifique que se desprenda radiación dañina para la salud de las personas. Incluso han circulado bulos durante la pandemia del coronavirus que la han relacionado con la aparición de la COVID-19, suponiendo que la radiación del 5G disminuye la acción del sistema inmunitario, permitiendo así la infección y propagación del virus. Todo esto alimentado también por el hecho de que una de las primeras ciudades en experimentar con esta tecnología fue la ciudad de Wuhan foco mundial de la pandemia. La realidad es que Wuhan fue una de las 50 primeras ciudades donde se implanto, pero también lo fueron simultáneamente ciudades de Corea del Sur donde la propagación fue menor.

Realmente, esta tecnología requiere de la instalación de un gran número de estaciones base nuevas y que tengan la capacidad de transmitir y recibir las señales de los móviles que empiecen a funcionar con ella, esto ha hecho que mucha gente empiece a pensar que emitirá muchas más radiaciones que el 4G actual. El número de estaciones existentes no tiene nada que ver con la intensidad de la radiación. Es más, el aumento de transmisores significa que deben funcionar a una potencia más baja. En consecuencia, según los profesionales expertos en esta tecnología. El nivel de radiación al que nos expondrán las antenas 5G será más bajo que en sistemas anteriores.

Merece la pena destacar los datos con los que cuenta el gobierno de Gran Bretaña en este sentido. Estos indican que los campos de frecuencia de radiación en lugares accesibles al público son muy inferiores (hasta 66 veces por debajo de lo que se establece como parámetros seguros).

No existe aún tecnología compatible con 5G.

Seguro que en más de una ocasión se ha presentado la red del 5G como de algo teórico muy lejano todavía de su uso habitual en el ámbito diario. Nada más lejos de la realidad. La verdad es que todavía no tiene sus redes completamente implantadas, pero cada vez existe más tecnología compatible con ella.

Si hablamos de móviles, en España ya puedes acceder a algunos modelos de gama alta cuyo funcionamiento es compatible con el 5G. El Samsung Galaxy S10 5G, Huawei Mate 20x 5G, Xiaomi Mi MIX 3 5G y Samsung Galaxy Note 10- 5G. Se trata de versiones especiales de smartphones de alto nivel en el mercado.

Quienes han podido probar estos modelos de móviles en redes adaptadas al 5G han podido comprobar diferencias con las redes existentes hasta ahora, aunque hay que decir que en el uso diario no son tan destacadas, probablemente porque muchas de las aplicaciones no están todavía optimizadas para ser descargadas mediante esta tecnología. Pero sí que hay que reconocer una mayor fluidez en algunos juegos.

También merece la pena destacar que ya existen pruebas y test que se han desarrollado con muy buenos resultados sobre su uso en ámbitos tan diversos como la industria o la realidad virtual. De hecho, ya se han elaborado diversos proyectos de coches de carreras y de colaboraciones en cibercirugía o emisión de música en directo y en remoto poniendo como ejemplo el concierto realizado por la banda surcoreana BTS en octubre del 2020 con aplicación de la realidad virtual aumentada en conexión tiempo real con fanáticos alrededor del mundo.

Ya se puede usar en algunos países.

Aunque la cobertura 5G no está ampliamente extendida, sí que está presente en más de un país, Vodafone ha sido en España la primera compañía en ofrecerla en 15

grandes ciudades. Se espera que entre lo que resta de 2020 y el próximo año 2021, el despliegue comercial de las redes 5G sea completo, a nivel regional, en Colombia a través de la plataforma de Directv se proyecta su implementación, esto ha traído esperanza a los amantes de la tecnología en Venezuela debido a que con la compra de la plataforma de Directv por la empresa Simple Tv esta podría a mediano plazo instalar el servicio.

Es cuestión de tiempo que se pueda comprobar si la tecnología 5G se convierte como se anuncia en una realidad ampliamente usada en todo el mundo. Y es que este cambio de tecnología implicaría ventajas en ámbitos que van mucho más allá de las telecomunicaciones.

2.3 Bases Legales

La promulgación de una legislación eficaz y la articulación racional de los mecanismos administrativos son los mejores medios de que se dispone para conseguir convertir en realidad las estrategias para el desarrollo de tecnologías en el ámbito de las telecomunicaciones. Por la razón antes mencionada, esta investigación tiene como base legal:

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999)

Artículo 110. El Estado reconocerá el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones y los servicios de información necesarios por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político del país, así como para la seguridad y soberanía nacional.

Artículo 156. Es de la competencia del Poder Público Nacional:

El régimen del servicio de correo y de las telecomunicaciones, así como el régimen y la administración del espectro electromagnético.

Ley Orgánica de Telecomunicaciones de Venezuela (2000)

CONATEL

TITULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1.- Esta Ley tiene por objeto establecer el marco legal de regulación general de las telecomunicaciones, a fin de garantizar el derecho humano de las personas a la comunicación y a la realización de las actividades económicas de telecomunicaciones necesarias para lograrlo, sin más limitaciones que las derivadas de la Constitución y las leyes. Se excluye del objeto de esta Ley la regulación del contenido de las transmisiones y comunicaciones cursadas a través de los distintos medios de telecomunicaciones, la cual se regirá por las disposiciones constitucionales, legales y reglamentarias correspondientes.

Artículo 2.- Los objetivos generales de esta Ley son: 1. Defender los intereses de los usuarios, asegurando su derecho al acceso a los servicios de telecomunicaciones, en adecuadas condiciones de calidad, y salvaguardar, en la prestación de estos, la vigencia de los derechos constitucionales, en particular el del respeto a los derechos al honor, a la intimidad, al secreto en las comunicaciones y el de la protección a la juventud y la infancia. A estos efectos, podrán imponerse obligaciones a los operadores de los servicios para la garantía de estos derechos. 2. Promover y coadyuvar el ejercicio del derecho de las personas a establecer medios de radiodifusión sonora y televisión abierta comunitarias de servicio público sin fines de lucro, para el ejercicio del derecho a la comunicación libre y plural. 3. Procurar condiciones de competencia entre los operadores de servicios. 4. Promover el desarrollo y la utilización de nuevos servicios, redes y tecnologías cuando estén disponibles y el acceso a éstos, en condiciones de igualdad de personas e impulsar la integración del espacio geográfico y la cohesión económica y social. 5. Impulsar la integración eficiente de servicios de telecomunicaciones. 6. Promover la investigación, el desarrollo y la transferencia tecnológica en materia de telecomunicaciones, la capacitación y el empleo en el sector. 7. Hacer posible el uso efectivo, eficiente y pacífico de los recursos limitados de

telecomunicaciones tales como la numeración y el espectro radioeléctrico, así como la adecuada protección de este último. 8. Incorporar y garantizar el cumplimiento de las obligaciones de Servicio Universal, calidad y metas de cobertura mínima uniforme, y aquellas obligaciones relativas a seguridad y defensa, en materia de telecomunicaciones. 9. Favorecer el desarrollo armónico de los sistemas de telecomunicaciones en el espacio geográfico, de conformidad con la ley. 10. Favorecer el desarrollo de los mecanismos de integración regional en los cuales sea parte la República y fomentar la participación del país en organismos internacionales de telecomunicaciones. 11. Promover la inversión nacional e internacional para la modernización y el desarrollo del sector de las telecomunicaciones.

Artículo 3.- El régimen integral de las telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico, es de la competencia del Poder Público Nacional y se regirá por esta Ley, sus reglamentos y demás disposiciones normativas que con arreglo a ellas se dicten. Las autoridades nacionales, estatales y municipales prestarán a los funcionarios de la Comisión Nacional de Telecomunicaciones, la colaboración necesaria para el cabal, oportuno y efectivo cumplimiento de sus funciones.

Artículo 4.- Se entiende por telecomunicaciones toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza, por hilo, radioelectricidad, medios ópticos, u otros medios electromagnéticos afines, inventados o por inventarse. Los reglamentos que desarrollen esta Ley podrán reconocer de manera específica otros medios o modalidades que pudieran surgir en el ámbito de las telecomunicaciones y que se encuadren en los parámetros de esta Ley. A los efectos de esta Ley se define el espectro radioeléctrico como el conjunto de ondas electromagnéticas cuya frecuencia se fija convencionalmente por debajo de tres mil gigahertz (3000 GHz) y que se propagan por el espacio sin guía artificial. El espectro radioeléctrico se divide en bandas de frecuencias, que se designan por números enteros, en orden creciente. Las bandas de frecuencias constituyen el agrupamiento o conjunto de ondas radioeléctricas con límite superior e inferior definidos convencionalmente. Estas a su vez podrán estar divididas en sub-bandas.

Artículo 5.- El establecimiento o explotación de redes de telecomunicaciones, así como la prestación de servicios de telecomunicaciones se consideran actividades de interés general, para cuyo ejercicio se requerirá la obtención previa de la correspondiente habilitación administrativa y concesión de ser necesaria, en los casos y condiciones que establece la ley, los reglamentos y las Condiciones Generales que al efecto establezca la Comisión Nacional de Telecomunicaciones. En su condición de actividad de interés general y de conformidad con lo que prevean los reglamentos correspondientes, los servicios de telecomunicaciones podrán someterse a parámetros de calidad y metas especiales de cobertura mínima uniforme, así como a la prestación de servicios bajo condiciones preferenciales de acceso y precios a escuelas, universidades, bibliotecas y centros asistenciales de carácter público. Así mismo, por su condición de actividad de interés general el contenido de las transmisiones o comunicaciones cursadas a través de los distintos medios de telecomunicaciones podrán someterse a las limitaciones y restricciones que por razones de interés público establezca la Constitución y la ley.

Artículo 6.- El establecimiento o explotación de redes de telecomunicaciones, así como la prestación de servicios de telecomunicaciones, podrán realizarse en beneficio de las necesidades comunicacionales de quienes las desarrollan o de terceros, de conformidad con las particularidades que al efecto establezcan en leyes y reglamentos.

Artículo 7.- - El espectro radioeléctrico es un bien del dominio público de la República Bolivariana de Venezuela, para cuyo uso y explotación deberá contarse con la respectiva concesión, de conformidad con la ley.

Artículo 8.- Los servicios de telecomunicaciones para la seguridad y defensa nacional quedan reservados al Estado. La calificación de un servicio como de seguridad y defensa la hará el Presidente de la República, en Consejo de Ministros, oída la opinión del Consejo de Defensa de la Nación, de conformidad con la ley.

Artículo 9.- Las habilitaciones administrativas para la prestación de servicios de telecomunicaciones, así como las concesiones para el uso y explotación del dominio público radioeléctrico, sólo serán otorgadas a personas domiciliadas en el país, salvo lo que establezcan los acuerdos o tratados internacionales suscritos y ratificados por la

República Bolivariana de Venezuela. La participación de la inversión extranjera en el ámbito de las telecomunicaciones sólo podrá limitarse en los servicios de radiodifusión sonora y televisión abierta, 3 3 de conformidad con lo que al efecto prevean las normas legales y reglamentarias correspondientes.

Artículo 10.- El significado de los términos empleados en esta Ley o en sus reglamentos y no definidos en ellos, será el que le asignen los convenios o tratados internacionales suscritos y ratificados por Venezuela, en especial, las definiciones adoptadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), y en defecto de éstas las normas establecidas en el respectivo reglamento.

Artículo 11.- La Comisión Nacional de Telecomunicaciones, antes de producir o modificar los actos normativos que puede dictar de conformidad con esta Ley, realizará consultas públicas previas con los sectores interesados. A tales efectos establecerá mediante resolución los mecanismos que permitan asegurar la oportuna información de los interesados y la posibilidad que aporten sugerencias o recomendaciones, en los términos y condiciones que se determinen, para lo cual procurará el establecimiento de mecanismos abiertos, electrónicos o audiovisuales. Las personas, naturales o jurídicas, podrán proponer a la Comisión Nacional de Telecomunicaciones la regulación de nuevos servicios de telecomunicaciones.

TÍTULO V

DEL DESARROLLO DEL SECTOR DE TELECOMUNICACIONES

CAPÍTULO I

DEL SERVICIO UNIVERSAL Y SU FONDO

Sección primera Del Servicio Universal

Artículo 49.- El Estado garantiza la prestación del Servicio Universal de Telecomunicaciones. El Servicio Universal de Telecomunicaciones es el conjunto definido de servicios de telecomunicaciones que los operadores están obligados a prestar a los usuarios para brindarles estándares mínimos de penetración, acceso, calidad y asequibilidad económica con independencia de la

localización geográfica. El Servicio Universal tiene como finalidad la satisfacción de propósito de integración nacional, maximización del acceso a la información, desarrollo educativo y de servicio de salud y reducción de las desigualdades de acceso a los servicios de telecomunicaciones por la población.

Sección Segunda Del Fondo de Servicio Universal

Artículo 54.- Se crea el Fondo de Servicio Universal, el cual tendrá el carácter de patrimonio separado dependiente de la Comisión Nacional de Telecomunicaciones. La estructura, organización y mecanismos de control del Fondo del Servicio Universal de Telecomunicaciones, serán los determinados por esta Ley y el reglamento respectivo.

Artículo 55.- El Fondo del Servicio Universal de Telecomunicaciones tendrá por finalidad subsidiar los costos de infraestructura necesarios para el cumplimiento de las obligaciones de servicio universal y a la vez mantener la neutralidad de sus efectos desde el punto de vista de la competencia, según las directrices establecidas en esta Ley y desarrolladas de acuerdo al reglamento respectivo. Mediante reglamento se definirán los costos necesarios a los que alude el presente artículo. La determinación del monto a subsidiar la hará el operador de telecomunicaciones que preste servicio universal de acuerdo con los criterios establecidos por la Comisión Nacional de Telecomunicaciones, quien deberá aprobar el resultado del cálculo oída la opinión de la Junta de Evaluación y Seguimiento de Proyectos, previa auditoría realizada por ella misma o por la entidad que a estos efectos designe.

Ley orgánica de ciencia, tecnología e innovación

Artículo 1. La presente Ley tiene por objeto dirigir la generación de una ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones, con base en el ejercicio pleno de la soberanía nacional, la democracia participativa y protagónica, la justicia y la igualdad social, el respeto al ambiente y la diversidad cultural, mediante la aplicación de conocimientos populares y académicos. A tales fines, el Estado Venezolano formulará, a través de la autoridad nacional con competencia en

materia de ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones, enmarcado en el Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social de la Nación, las políticas públicas dirigidas a la solución de problemas concretos de la sociedad, por medio de la articulación e integración de los sujetos que realizan actividades de ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones como condición necesaria para el fortalecimiento del Poder Popular.

Artículo 2. Las actividades científicas, tecnológicas, de innovación y sus aplicaciones son de interés público para el ejercicio de la soberanía nacional en todos los ámbitos de la sociedad y la cultura.

TÍTULO III

DE LOS APORTES PARA LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN

Artículo 27. A los fines de la presente Ley, las siguientes actividades serán consideradas como factibles de ser llevadas a cabo con los aportes a la ciencia, la tecnología, la innovación y sus aplicaciones:

1. Proyectos de innovación relacionados con actividades que involucren la obtención de nuevos conocimientos o tecnologías en el país, con participación nacional en los derechos de propiedad intelectual, en las áreas prioritarias establecidas por la autoridad nacional con competencia en materia de ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones:

- a) Sustitución de materias primas o componentes para disminuir importaciones o dependencia tecnológica.
- b) Creación de redes productivas nacionales.
- c) Utilización de nuevas tecnologías para incrementar la calidad de las unidades de producción.
- d) Participación, investigación e innovación de las universidades y centros de investigación e innovación del país, en la introducción de nuevos procesos tecnológicos, esquemas organizativos, obtención de nuevos productos o de procedimientos, exploración de necesidades y, en general,

procesos de innovación con miras a resolver problemas concretos de la población venezolana.

- e) Formación de cultores o cuadros científicos y tecnológicos en normativa, técnicas, procesos y procedimientos de calidad.
- f) Procesos de transferencia de tecnología dirigidos a la producción de bienes y servicios en el país, que prevean la formación de cultores o cuadros científicos y tecnológicos en lo técnico, operativo, profesional y científico.

2.4 Definición de Términos

Antena activa (AAU): Una antena activa es una antena que contiene componentes electrónicos activos como transistores, a diferencia de la mayoría de las antenas que solo constan de componentes pasivos como varillas metálicas, condensadores e inductores.

Banda ancha: Capacidad para transmitir datos un canal compartido.

Demultiplexación: es la recuperación de dos o más canales de información en un solo medio de transmisión usando un dispositivo llamado demultiplexor.

Multiplexado: es la técnica de combinar dos o más señales, y transmitir las por un solo medio de transmisión.

Ondas RF (radiofrecuencia): Se entiende por radiofrecuencia al conjunto de ondas electromagnéticas por las cuales se propaga el sonido a través del espacio.

Red de acceso: Hace mención a aquella parte de la red de comunicaciones que conecta a los usuarios finales con algún proveedor de servicios y es complementaria al núcleo de red.

Software: está compuesto por un conjunto de programas que son diseñados para cumplir una determinada función dentro de un sistema, ya sean estos realizados por parte de los usuarios o por las mismas corporaciones dedicadas a la informática.

Telecomunicaciones: sistema de comunicación a distancia que se realiza por medios eléctricos o electromagnéticos.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En lo que respecta al marco metodológico según Balestrini (2006) “es el conjunto de procedimientos lógicos, tecno operacionales implícitos en todo proceso de investigación, con el objeto de ponerlos de manifiesto y sistematizarlos; a propósito de permitir descubrir y analizar los supuestos del estudio y de reconstruir los datos, a partir de los conceptos teóricos convencionalmente operacionalizados”. (p.125).

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación que se plantea en este trabajo, desde el punto de vista de los objetivos establecidos, no son más que respuestas generalizadas a las preguntas formuladas enmarcado en el siguiente tipo:

Se tomará el tipo Documental, basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios; es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos, como lo señala Arias, Fidias (2012).

La investigación documental se puede realizar a nivel exploratorio, descriptivo o explicativo y se clasifica en:

Monográfica la cual consiste en el desarrollo amplio y profundo de un tema específico. Su resultado es un informe comúnmente llamado monografía. Estudios de medición de variables independientes a partir de datos secundarios y se fundamenta en la utilización de documentos de cifras o datos numéricos obtenidos y procesados anteriormente por organismos oficiales, archivos, instituciones públicas o privadas, entre otras.

Correlacional a partir de datos secundarios. Se basa en la consulta de documentos de cifras o datos cuantitativos, pero una vez que se identifican los valores de las variables en estudio, se procede a determinar la correlación entre estas. En este caso, el investigador no es quien mide las variables, de allí el carácter secundario de los datos.

De acuerdo a lo anterior, en esta investigación, se explicó desde un punto de vista teórico explorando las dificultades y requerimientos para desarrollar la tecnología 5G en Venezuela. La investigación exploratoria no pretende proporcionar pruebas concluyentes, sino que nos ayuda a tener una mejor comprensión del problema.

3.2. Diseño de la Investigación

El diseño será de tipo bibliográfica documental, como lo define Baena, Guillermina (2017) licenciada en Ciencias de la Información: La investigación documental consiste en la selección y recopilación de información por medio de la lectura, crítica de documentos y materiales bibliográficos, de bibliotecas, hemerotecas y centros de documentación e información. En términos generales, existen dos tipos de investigaciones bibliográficas o documentales:

Argumentativa o del tipo exploratoria: El investigador tiene como objetivo principal tomar una postura sobre un determinado tema para probar si ese elemento a estudiar es correcto o incorrecto. Considera causas, consecuencias y soluciones posibles que llevarán a una conclusión más del tipo crítica.

Informativa o del tipo expositiva: A diferencia del anterior, no busca objetar un tema sino recrear el contexto teórico de la investigación. Para ello se vale de fuentes confiables, y de la selección y el análisis del material en cuestión.

Por consiguiente, los aspectos que implica la problemática planteada en el presente trabajo de investigación se encuentra enmarcada en la línea de una investigación de explorativa la cual, recopila datos sobre aspectos de la realidad que han sido poco o nada estudiados. Los resultados sirven para decidir si es necesario profundizar la investigación en el futuro.

3.3. Nivel de la Investigación

Descriptiva, que de acuerdo a Selltiz, (2011), la define como “la descripción de algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos. Las investigaciones descriptivas utilizan criterios sistemáticos que permiten poner de manifiesto la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando de ese modo información sistemática y comparable con la de otras

fuentes. También deben clasificarse como investigaciones descriptivas los diagnósticos que realizan consultores y planificadores: ellos parten de una descripción organizada y lo más completa posible de una cierta situación, lo que luego les permite B en otra fase distinta del trabajo B trazar proyecciones u ofrecer recomendaciones específicas...”

Adicionalmente Arias F. (2012) la define de la siguiente manera “La caracterización de un hecho, fenómeno o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación sirven de base para futuras investigaciones relacionadas con el tema.

Por lo anteriormente expuesto esta investigación describió las dificultades y requerimientos de para la implementación de la tecnología 5G en el país.

Adicionalmente en esta investigación, fueron tomados datos de referencias de investigaciones realizadas que de alguna manera se relaciona con este estudio, los mismos resultaron ser de apoyo para la recopilación de los datos respectivos.

3.4 Población y Muestra

3.4.1. Población

La población es todo individuo de características considerables en las estadísticas de una investigación. Arias, F. (2012), realiza la siguiente definición:

“La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio.” (pág. 81).

En el siguiente trabajo de grado se tomó las redes de comunicación existentes en el país.

3.4.2. Muestra

La muestra es todo aquel subconjunto considerado en una determinada población, a la cual se aplicará la posterior técnica de recolección de datos. Según Arias, F. (2012), expresa que: “La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. (pág. 83).

Por lo anteriormente mencionado, se tomó la red 5G para el desarrollo de la investigación.

3.5 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Es el medio por el cual el investigador facilita la recolección de datos, valiéndose del mismo para obtener la información necesaria. Hurtado, J. (2010), concluye que:

“Los aspectos metodológicos se desarrollan a lo largo del marco metodológico y se evidencian en las técnicas utilizadas para la recolección de datos y para el análisis de resultados... Las técnicas son modos específicos de hacer algo. (pág. 105 y 110).

Son ejemplos de técnicas; la observación directa, la encuesta en sus dos modalidades: oral o escrita (cuestionario), la entrevista, el análisis documental, análisis de contenido, etc. Por otra parte, los instrumentos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información. Para esta investigación se utilizara la revisión documental la cual Hurtado (2010) definen como “una técnica de investigación general cuya finalidad es obtener datos e información a partir de fuentes documentales con el fin de ser utilizados dentro de los límites de una investigación en concreto”. Lo cual sería la revisión bibliográfica de diversas fuentes cuya información será aplicable y necesaria en la investigación,

Instrumentos de recolección de datos

Un instrumento sirve como recurso material que se relaciona con el individuo al cual se le hace el análisis. Para Arias, F. (2012), los instrumentos: “Son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información. Ejemplo: fichas, formatos de cuestionario, guía de entrevista, lista de cotejo, escalas de actitudes u opinión, grabador, cámara fotográfica o de video, etc.”. (pág. 111)

En la presente investigación, tiene como instrumento de recolección de datos la ficha de registro de información que será diseñada por los autores.

3.6 Fases de la Investigación

Durante el proceso de investigación se desarrollaron las siguientes fases.

Fase I: Diagnosticar la situación actual de las redes de telecomunicaciones en Venezuela.

Realizar un proceso indagatorio a través de la revisión de fuentes documentales de especialistas en el área, así como de entes gubernamentales sobre el estado de las redes que conforman las telecomunicaciones en el país a fin de establecer un diagnóstico como punto de partida a la presente investigación.

Fase II: Describir el desarrollo de la tecnología 5G a nivel mundial.

El principio de todo trabajo de investigación parte de la búsqueda de información a través de trabajos previos ya sea en proyectos de grado, revistas de índole tecnológica, científicas y artículos de prensa a fin crear una base que permita la obtención de un conocimiento, en tal sentido el segundo objetivo planteado en esta investigación estuvo sujeto a la exploración de la información existente en los términos antes señalados, siendo el mayor vínculo lo aparecido a través del uso del internet, en fuentes directas como las bibliotecas virtuales que ofrecen muchas universidades a nivel mundial al igual que de revista reconocidas en el ámbito tecnológico a fin de establecer la confiabilidad de la fuente

Fase III: Establecer los requerimientos energéticos, técnicos, operativos para la implementación de la red 5G.

Con la idea de señalar los componentes claves para la aplicación de la red 5G, se aplicaron técnicas de investigación de fuentes provenientes de organismos que representan una autoridad reconocida, cuyos aportes suelen estar fundamentadas en las ventajas inminentes que se asoman en el mundo de las telecomunicaciones móviles de uso denso, masivo y de alto rendimiento a través de esta tecnología.

Fase IV: Señalar la problemática que pueda existir a nivel nacional e internacional para la implementación de la red 5G.

Es importante realizar una exposición objetiva de las dificultades que presenta la implementación de esta tecnología en los actuales momentos realizando una

correlación entre el diagnóstico anteriormente realizado del estado de las redes y el conocimiento de cómo se ha aplicado en otros países.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Todo trabajo de investigación recorre un camino cuyo propósito es el de establecer una conclusión basada en los resultados obtenidos en dicho proceso, tomándose como eje principal los objetivos planteados en el primer momento, en tal sentido el objetivo principal de esta investigación fue el de determinar las dificultades y requerimientos de la implementación de la red 5G en Venezuela para ello se desglosó en otros objetivos sub-consecuentes para facilitar la obtención de resultados.

4.1 Diagnosticar la situación actual de las redes de telecomunicaciones en Venezuela.

4.1.1 Situación gubernamental

Conocer el estado actual de la Infraestructura Nacional de Telecomunicaciones, examinar sus fortalezas, debilidades y comparar el desarrollo del sector con otros países permitirá definir políticas y estrategias tanto para el sector público como para el privado, para acortar la brecha que Venezuela tiene con los países vecinos y el resto del mundo. Este diagnóstico pasa por evaluar las condiciones de su infraestructura, dominios específicos, saber qué servicios se prestan tanto en el sector público como el privado, revisar elementos como son el marco legal y regulatorio vigentes, conocer el número de redes telefónicas móviles disponibles por habitantes.

La Comisión Nacional de Telecomunicaciones de Venezuela (CONATEL) se crea mediante el decreto No 1826 del 5 de septiembre de 1991. Tiene como objetivo, planificar, administrar, regular y controlar en todo el territorio nacional el espectro radioeléctrico, elaborar normas y reglamentos, elaborar criterios de fijación de tarifas, liquidar y recaudar derechos, tasas, multas, administrar recursos técnicos o financieros. También es su deber regular las operaciones de los servicios de Telecomunicaciones, recomendar el otorgamiento de concesiones y habilitaciones, promover la inversión y la innovación tecnológica, aplicar sanciones administrativas y velar por los derechos de los usuarios.

Es el administrador del sector de las Telecomunicaciones, se constituye en un árbitro efectivo de las controversias que se susciten entre los operadores de Telecomunicaciones y debe velar, de igual forma, por la calidad de los servicios prestados al país.

Es importante destacar que para los inicios del siglo XXI entran los sistemas móviles de tercera generación, (3G) que permitieron el acceso al internet a velocidades superiores. Con miras a evitar el mayor costo para los consumidores, que entrañó la multiplicidad de sistemas, como sucedió en los sistemas móviles de primera o segunda generación, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), fijó establecer normas mundiales para los sistemas 3G a través de la iniciativa que llamaron IMT-2000 (International Mobile Telecommunications-2000), agrupando diferentes tipos de redes: sistemas terrenales de macrocélulas, microcélulas y picocélulas, sistemas inalámbricos, sistemas de acceso inalámbrico, y sistemas satelitales.

Todo esto facilitó la prestación de un servicio realmente mundial, como se vio en Japón para el 2002, en Europa para el 2002 y en otros países, como Venezuela para 2004 y adelante. Esto motivó al gobierno nacional a crear proyectos a partir del 2005 para digitalizar las empresas del estado, y así poder tener comunicación directa a través de redes digitales, así se puede ver en el cuadro 1.

Cuadro 1 Proyectos gubernamentales

Proyectos ha establecido los compromisos que se describen a continuación:

Nº de Proyecto	Denominación del Proyecto	Obligación Asignada	Operador Asignado
1er Proyecto de Servicio Universal de Telecomunicaciones	Red de Acceso y Transporte para 34 Puntos de Acceso ubicados en los estados Apure, Barinas, Mérida y Táchira	Planificación, instalación, operación y mantenimiento de la plataforma de telecomunicaciones necesaria para brindar conectividad a los 34 Puntos de Acceso.	Telefónica Venezolana, C.A. (anteriormente Telcel, C.A.)
2do Proyecto de Servicio Universal de Telecomunicaciones	Puntos de Acceso	Instalación, operación administración de los 34 Puntos de Acceso	Asociaciones Cooperativas y Consejos Comunales
3er Proyecto de Servicio Universal de Telecomunicaciones	REGISTROS Y NOTARIAS-SAREN	Comprende la Planificación, instalación, operación, administración y mantenimiento de la infraestructura de Telecomunicaciones necesaria para conformar una Red Privada que permita conectar los Registros Civiles con la Dirección General de Registros	CANTV
	ONDEX -SAIME	Comprende la Planificación, instalación, operación, administración y mantenimiento de la infraestructura de Telecomunicaciones necesaria para conformar una Red Privada que permita conectar a cuarenta y siete (47) oficinas Fijas y cien (100) unidades Móviles de eadulación con la sede principal del Servicio Administrativo de Identificación, Migración y Extranjería (SAIME)	CANTV
4to Proyecto de Servicio Universal de Telecomunicaciones	Centros Bolivarianos de Informática y Telemática (CBIT) a nivel nacional	Planificación, instalación, operación, administración y mantenimiento de la infraestructura de Telecomunicaciones necesaria para brindar conectividad a los (323) trescientos veintitrés CBIT.	CANTV

5to Proyecto de Servicio Universal de Telecomunicaciones	Red Nacional de Transporte	Planificación, instalación, operación y mantenimiento de la infraestructura de telecomunicaciones necesaria para la prestación del servicio de transporte y de un conjunto de facilidades adicionales a los operadores presentes en el país, con el fin de posibilitarlos para la prestación de servicios de telecomunicaciones en el ámbito geográfico Nacional.	CANTV
6to Proyecto de Servicio Universal de Telecomunicaciones	Medios Comunitarios	La planificación, instalación, operación, administración y mantenimiento de la infraestructura necesaria para brindar conectividad de acceso a Internet a doscientos ochenta (280) Medios Comunitarios distribuidos a nivel nacional	CANTV

Fuente CONATEL (2019)

En telefonía móvil, según las estadísticas de Conatel, existen 13.476.287 suscriptores activos y las reportadas alcanzan a 19.175.004 líneas para una población actual de 28.515.829 habitantes. Se estiman 42 líneas en uso del sistema de telefonía móvil celular por cada 100 habitantes. El 62% están en manos de Telefónica cuyo operador es Movistar trabajando en las bandas de frecuencia GSM 800Mhz, HSPA 1900 y LTE de 1700/2100 MHz, el 10,68% por Movilnet trabajando en con las mismas frecuencias que Movistar, con servicios de telefonía y banda ancha y el 26,64% por

Digitel en las frecuencias GSM/HSPA 900 MHz, LTE 1800 MHz igualmente con servicios de telefonía y banda ancha. (ver figura 1)

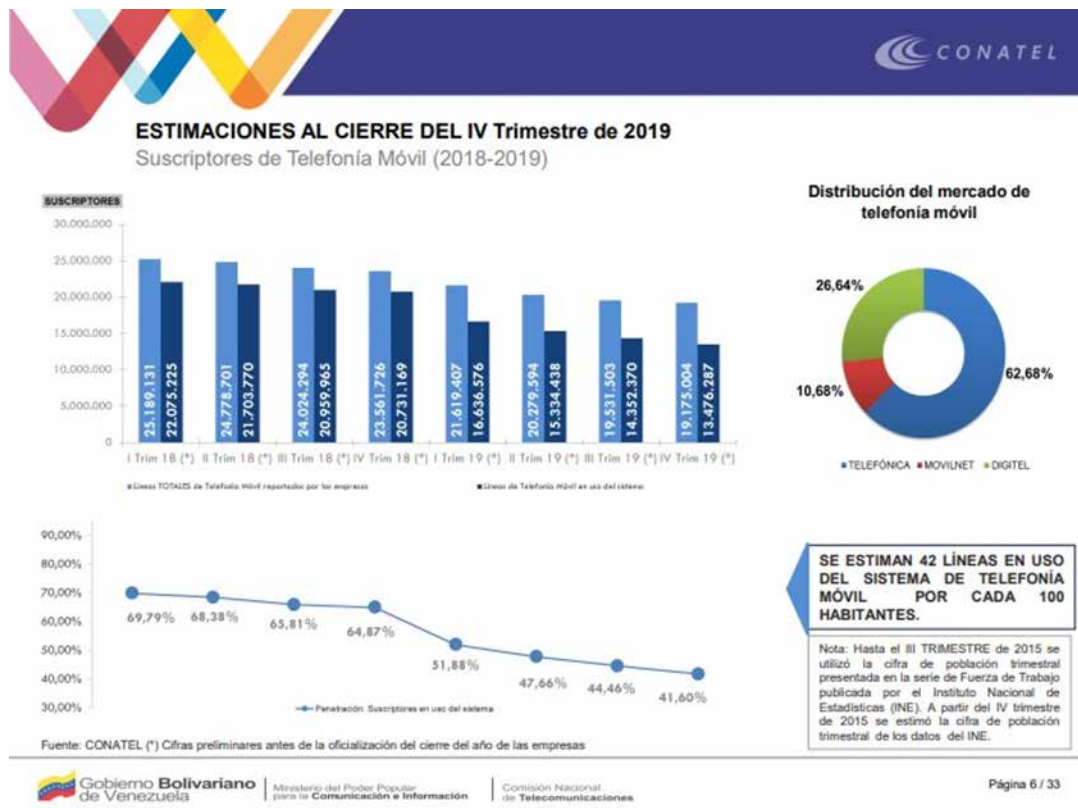


Figura 1 Informe de las cifras del sector IV trimestre 2019

Fuente: <http://www.conatel.gob.ve/estadisticas-anauales-y-trimestrales/>

4.1.2 Situación de infraestructura

La pérdida del capital humano y el vandalismo han agravado el deterioro en la calidad de los servicios. Las fallas en el sistema eléctrico nacional provocan daños en los equipos. La falta de mantenimiento en los motores generadores de las centrales ocasiona que se dañen los bancos de batería en nodos y repetidoras que durante las fallas del servicio eléctrico dejan incomunicados tanto a los usuarios de telefonía fija

como móvil. Los equipos para la conectividad de Internet se retrasan en su funcionamiento y las tarjetas controladoras se queman por las altas temperaturas, debido a la falta de aire acondicionado de las centrales. Ello deja sin Internet a miles de usuarios. Crece la percepción de mala calidad de los servicios de telecomunicaciones y todo esto genera una creciente insatisfacción y malestar en los clientes, observando, por ejemplo, los comentarios sobre el servicio que aparecen en redes sociales como twitter de los entes responsables.

4.1.3 Situación legal

En referencia al marco regulatorio de las telecomunicaciones en Venezuela necesita ser actualizada ya que data del año 2000, faltando añadir regulaciones para la implementación las nuevas tecnologías de telecomunicaciones dando mayor apertura a la inversión privada a fin de aliviar la carga económica que representaría al Estado el aporte al sector.

La situación económica y social golpea a Venezuela. La hiperinflación no cesa y las inversiones se reducen al mantenimiento de las redes, que, además, son víctimas de vandalismo. En 2016 los operadores comprometieron una inversión de 110 millones de dólares, una cifra que fue anunciada con bombos y platillos, tras años de un mercado en stand-by. En 2019, el anuncio del presidente Nicolás Maduro fue de 4,7 millones de euros destinados a las telecomunicaciones, como parte de un plan para reactivar los servicios de agua, viabilidad agrícola, electricidad, transporte y telecomunicaciones. En 2020, los temas geopolíticos se metieron en el negocio de AT&T, que decidió cerrar el negocio de DirecTV en Venezuela al no poder ofrecer dos señales que eran condición de su contrato de concesión. Su lugar será ocupado por Scale Capital, que compró la operación de DirecTV en ese país. A continuación, se muestran estadísticas de CONATEL sobre la telefonía en Venezuela en estos últimos nueve años. (ver figuras de la 2 a la 14)

Operador	Propietario	% de mercado
Cantv	Compañía Anónima Nacional de Telecomunicaciones (CANTV)	91,6
Telefónica	Telefónica Venezolana, C.A	6,1
Otros		2,1

Figura 2 Telefonía Fija

Fuente CONATEL (2019)

Operador	Propietario	Servicios	Tecnología y Espectro	% de mercado
Movilnet	Estado	Telefonía y Banda ancha Móvil	GSM 850 MHz ; UMTS/HSPA 1900 MHz; LTE 1700/2100 MHz	10,7
Digitel	Corporación Digitel	Telefonía y Banda ancha Móvil	GSM UMTS/HSPA 900 MHz; LTE 1800 MHz	24,6
Movistar	Telefónica	Telefonía y Banda ancha Móvil	GSM 850 MHz; UMTS/HSPA 1900 MHz; LTE 1700/2100 MHz y 2600 MHz	62,7

Figura 3 Telefonía Móvil

Fuente CONATEL (2019)

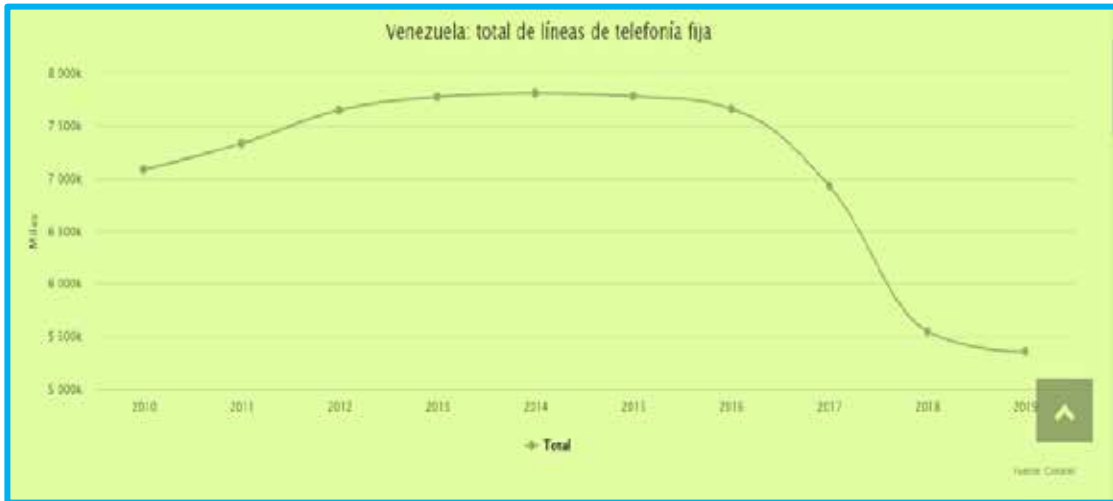


Figura 4 Líneas telefonía fija

Fuente CONATEL (2019)

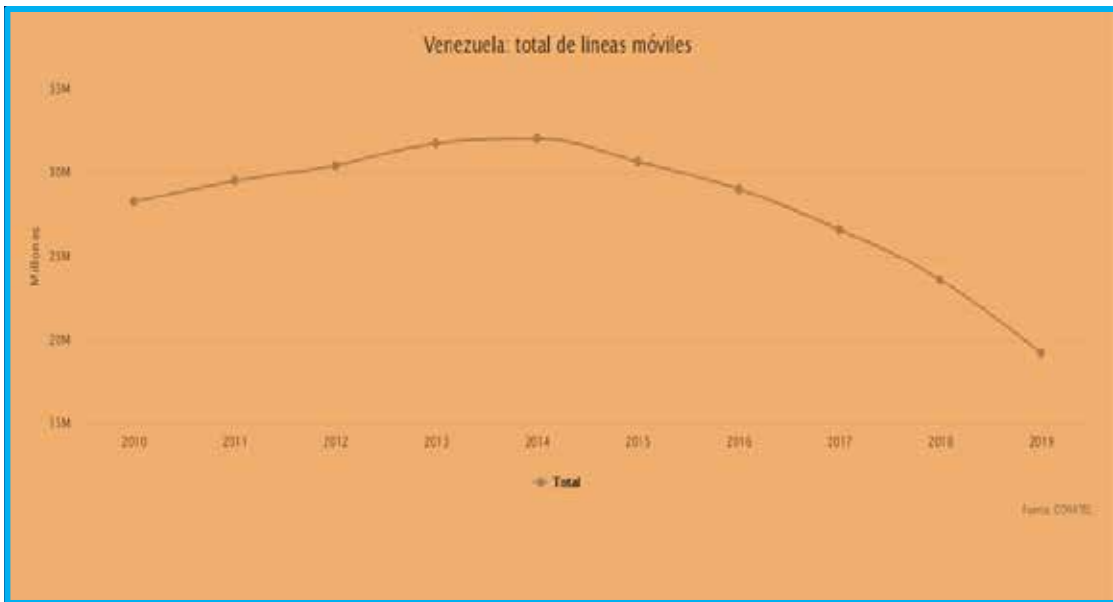


Figura 5 Líneas telefonía Móvil

Fuente CONATEL (2019)

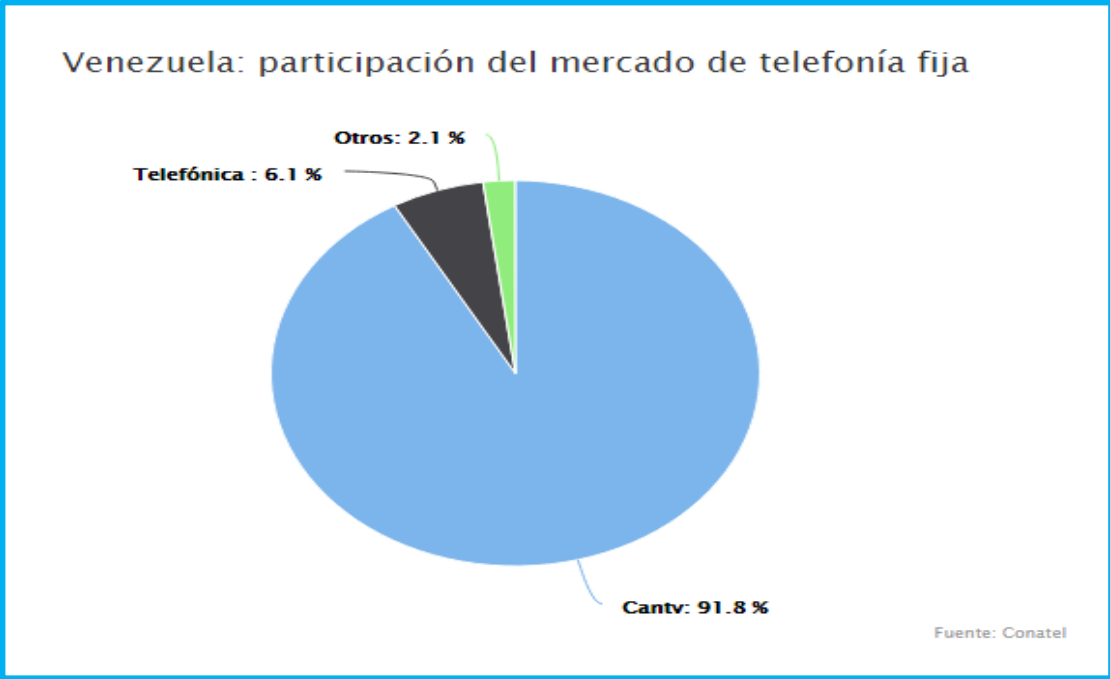


Figura 6 Participación del mercado telefonía fija

Fuente CONATEL (2019)

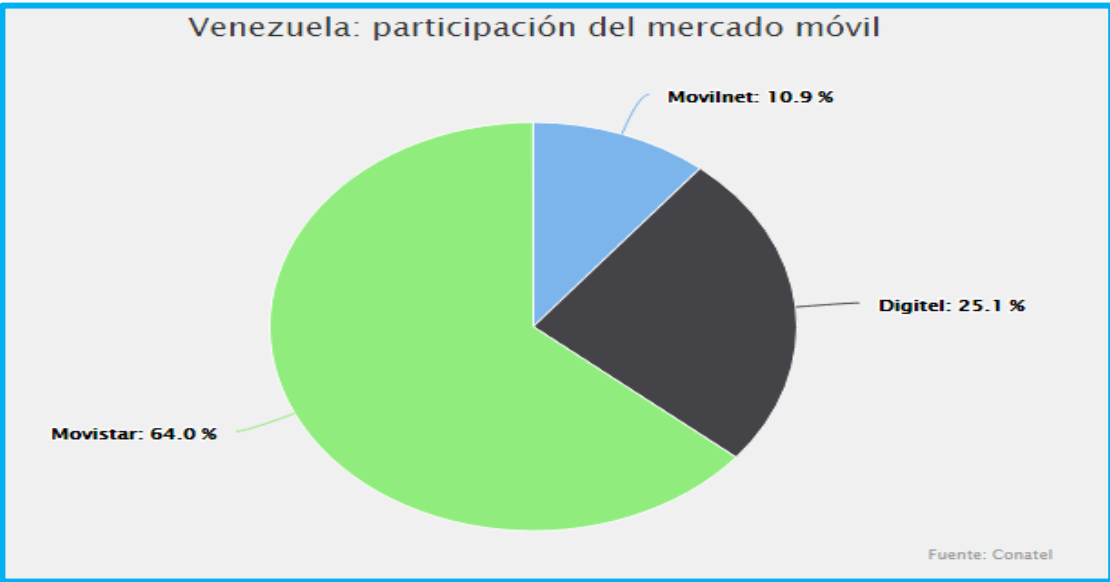


Figura 7 Participación del mercado telefonía móvil

Fuente CONATEL (2019)

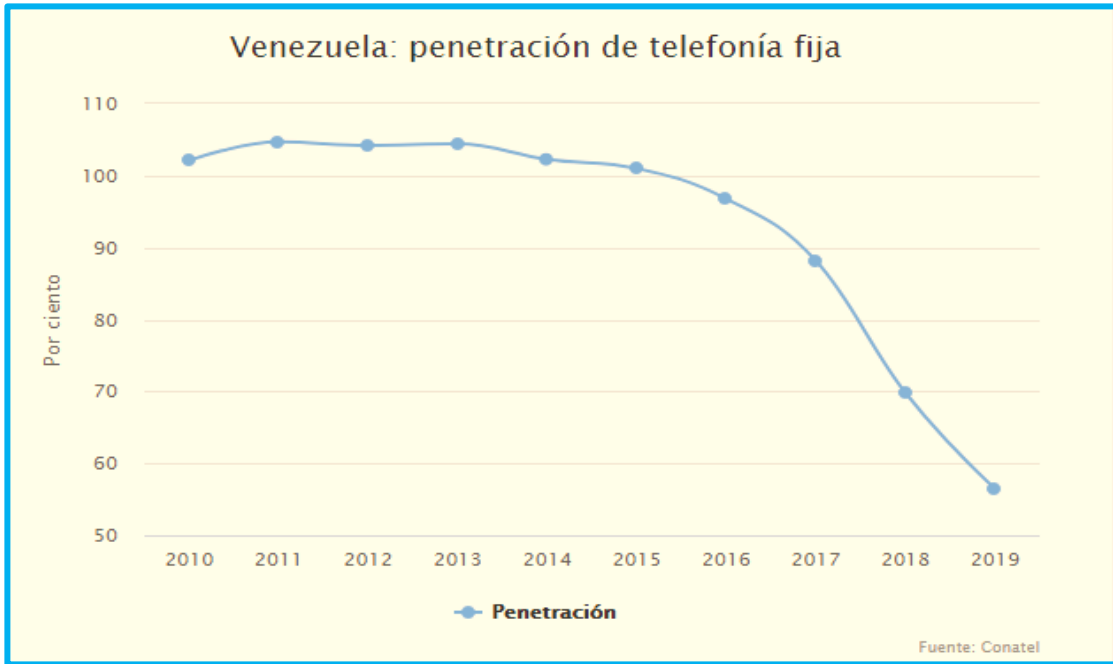


Figura 8 Penetración telefonía fija

Fuente CONATEL (2019)

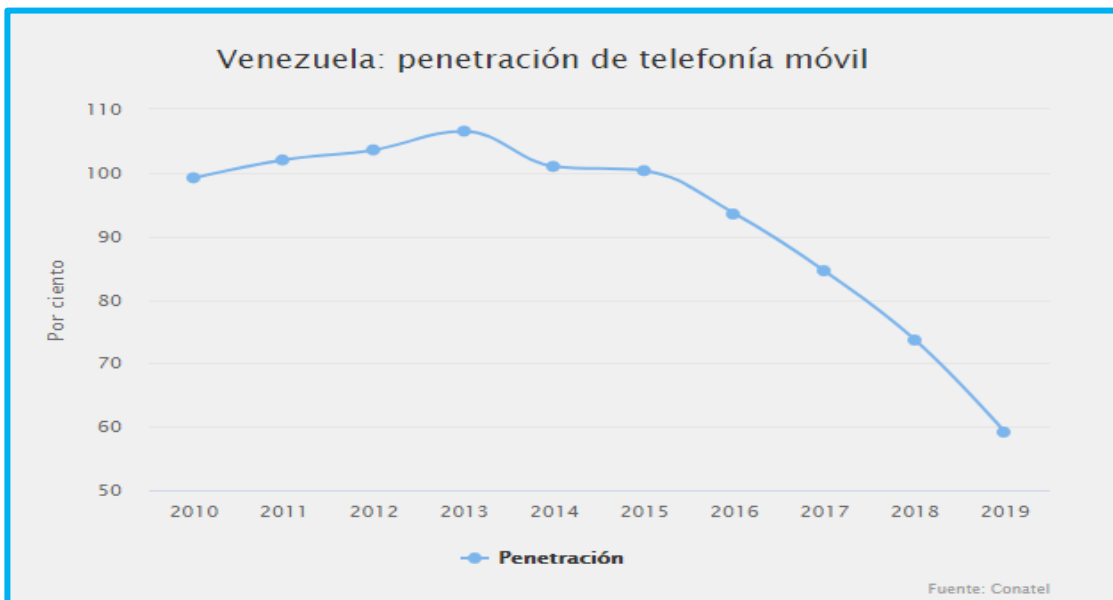


Figura 9 Penetración telefonía móvil

Fuente CONATEL (2019)



Figura 10 Tráfico de minutos

Fuente CONATEL (2019)

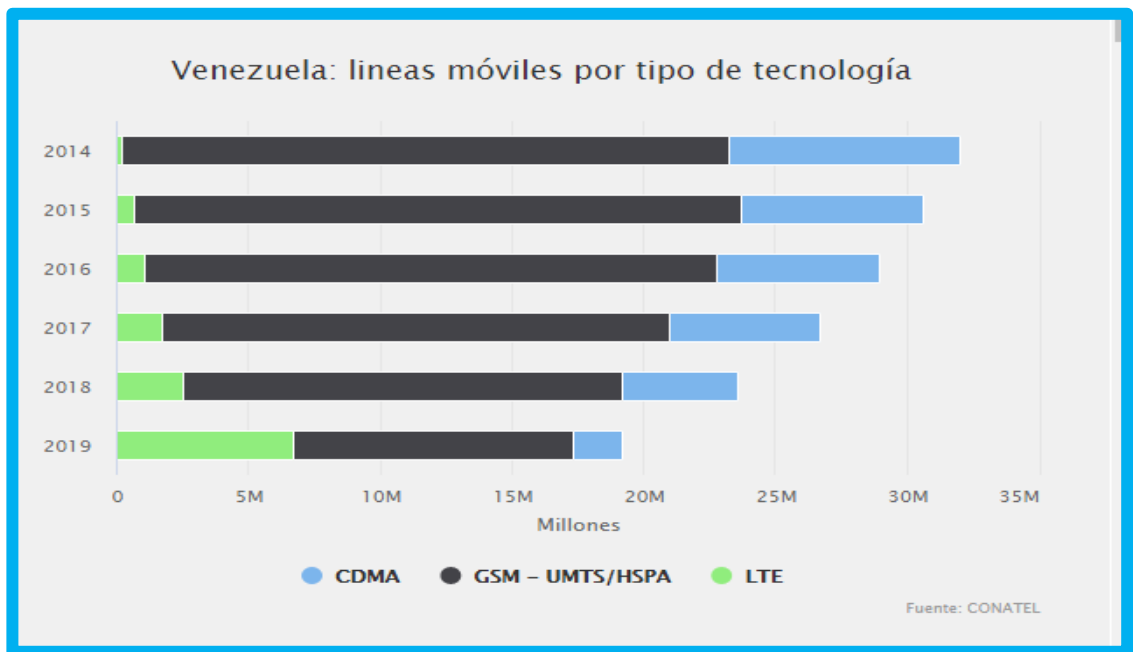


Figura 11 Línea móvil por tecnología

Fuente CONATEL (2019)

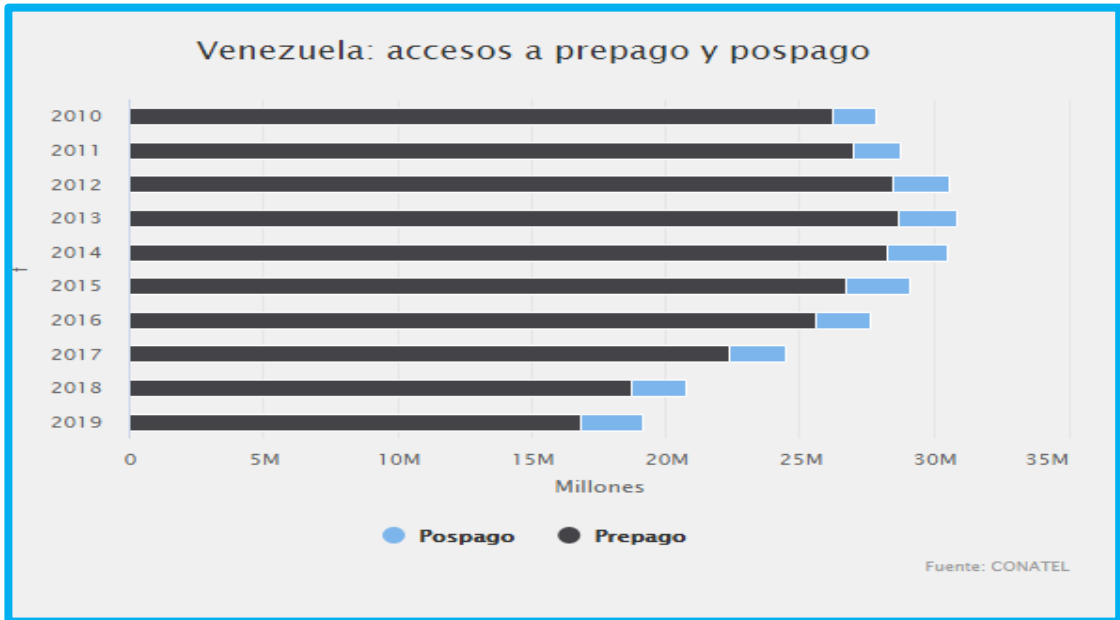


Figura 12 Acceso a prepago y postpago

Fuente CONATEL (2019)

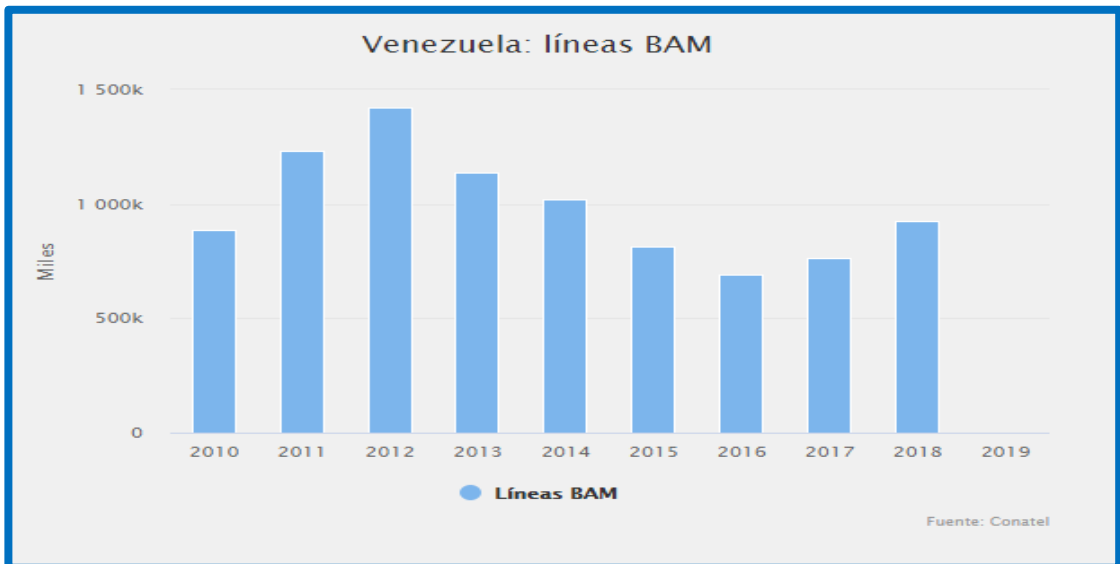


Figura 13 Líneas BAM

Fuente CONATEL (2019)

Operador	Propietario	Tecnología
CANTV	Compañía Anónima Nacional de Telecomunicaciones (CANTV)	xDSL
Digitel	Corporación Digitel, C.A.	WFA
Intercable	Corporación Telemic, C.A.	HFC
NetUno	NETUNO, C.A.	HFC
Telefónica	Telefónica Venezolana, C.A	WFA

Figura 14 Banda ancha fija

Fuente CONATEL (2019)

4.2 Describir el desarrollo de la tecnología 5G a nivel mundial.

Para describir la tecnología 5G, se hará una descripción de cómo funciona una telefonía móvil, y luego un recorrido por las generaciones anteriores, ubicación en el tiempo y espacio. (ver figura 15)

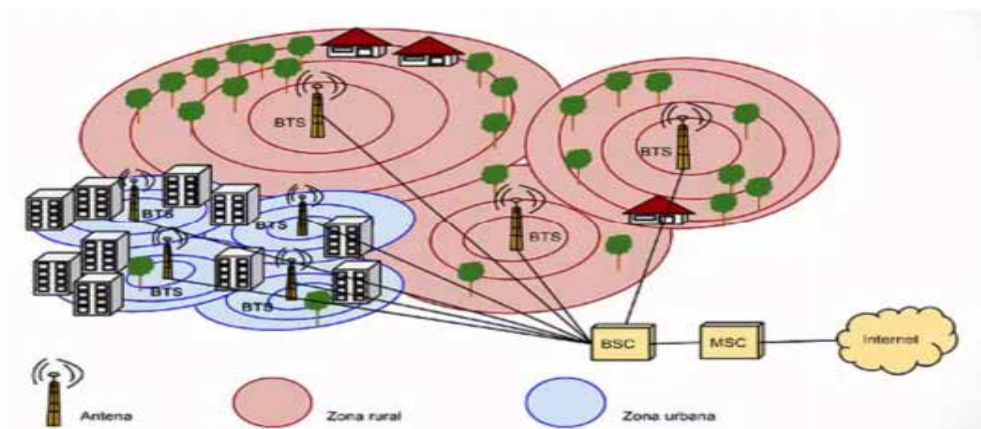


Figura 15 Arquitectura Base de una Red Celular.

(EcuRed, 2016)

La red de banda ancha móvil o telefonía móvil, básicamente funciona similar a la telefonía fija, es decir, interconectar dos puntos mediante los módulos de red de un proveedor de servicio u operador, el cual está comprometido con la gestión y entrega del servicio, no obstante, en contraste con la telefonía fija, las transmisiones de ondas radio eléctricas son las encargadas de realizar el enlace entre estos puntos. El equipo terminal o equipamiento de usuario UE, mediante la interfaz aire, establece una comunicación con la antena o estación base más cercana (BTS), luego esta se comunica con el controlador de las estaciones bases (BSC), Normalmente, un BSC tiene decenas o incluso cientos de BTS bajo su control. El BSC maneja la asignación de canales de radio, recibe mediciones de los teléfonos móviles y controla el traspaso de BTS a BTS, luego el centro de conmutación móvil (MSC) es responsable de encaminar las distintas comunicaciones, ya sea a una red fija o móvil.

4.2.1 Generación Cero (OG)

La generación OG utilizó sistemas de radio, en un principio implementó la modulación en amplitud, sin embargo, debido a que estos sistemas son propensos al ruido, se implementó la modulación en Frecuencia, por lo cual se pudo obtener una mejor calidad de audio. La empresa americana Bell, fue la pionera de estos sistemas, los cuales estaban compuestos por equipos muy grandes y pesados, estos eran instalados dentro de los vehículos. Los requerimientos para la implementación de esta generación eran considerablemente costosos, no obstante, estuvo operando con ciertas actualizaciones que surgieron desde el año 1946 hasta comienzo de los 80.

Esta generación utilizó tecnología ARP (Autoradiopuhelin). Así mismo, Esta generación cero marcadas por una señal analógica no cifraba las llamadas así que dejaba mucho que desear en aspectos de seguridad, y además no soportaba la característica fundamental de las redes celular actuales que es el Handover, por lo cual las llamadas en esta generación se cortaban automáticamente.

4.2.2 Primera Generación Digital 1G

A finales de los 70 y principios de los 80, se implementaron varios sistemas de comunicación celular caracterizados por transmitir voz analógicamente mediante la modulación por frecuencia. Estos primeros sistemas o también conocidos como estándares fueron los siguientes:

- AMPS: Introducido a finales de los 70 en Estados Unidos. (Advance Mobile Phone System)
- NMT: Considerado como el primer estándar 1G. (Nordic Mobile Telephones System)
- TACS: (Total Acces Comunication System)

Estas redes de primera generación ofrecían buena calidad de voz, sin embargo, la eficiencia espectral era muy limitada, lo cual conllevó al congestionamiento, otra gran limitación que poseía esta red era al momento de gestionar los mensajes de control de red como el handover, estos eran portados sobre la voz causando interferencia y sonidos ruidosos. La baja capacidad de transferencias entre celdas se debía a que utilizaba FDMA (Acceso Múltiple por División de Frecuencia.) debido a que como lo dice su nombre divide o parte el ancho de banda en varios segmentos lo cual reduce la capacidad de transferencia y aún más si el tráfico es muy alto. (Dahlman, Parkvall, & Skold, 2013).

4.2.3 Segunda Generación Digital. 2G

La segunda generación o mejor conocida como la red 2G se caracterizó por la integración de sistemas digitales, donde no solo se transmitía voz, también se podía transmitir datos a mayores velocidades. Esta tecnología surgió en el año 1982 como GSM (Global System for Mobile Communications), la cual tuvo un éxito tecnológico, debido a que esta generación logra separar la capa de transporte y la capa de control. Con la aparición de 2G se establecieron normas europeas y americanas, sin embargo, la mayor parte del éxito de GSM se debe a la colaboración de las organizaciones europeas tales como, CEPT (European Conference of Postal and Telecommunications

Administrations) Y posteriormente de ETSI (European Telecommunications Standards). (Adell Hernani & Telefónica, 2002)

Uno de los servicios más importantes que trajo GSM era el Servicio de Mensajes Cortos (SMS), este permitía enviar hasta 160 caracteres. Estos Servicios que prestaba GSM eran sin duda un avance muy notorio en las comunicaciones, las velocidades de transmisión de datos de 2G eran de 14 kbits/s hasta los 22 kbits/s, eran unas velocidades relativamente aceptables. No obstante, el constante aumento de la demanda de los usuarios, hizo que GSM evolucionara mejorando sus servicios.

4.2.4 Tercera Generación Digital 3G

La alta demanda, que generaban los usuarios en cuanto a mayor velocidad, mejor capacidad y cobertura y la integración de nuevos servicios, obligó a la industria de telefonía móvil, a evolucionar en sus sistemas. UMTS (Universal Mobile Telecommunication Systems), fue el primer estándar de tercera generación, este usaba tecnología W-CDMA y fue estandarizado por el grupo 3GPP (Third Generation Partnership Project). Servicios Multimedia como video conferencias es una de las ventajas que se consigue con la tercera generación, gracias a su incremento en las tasas de transmisión con 384 kbits/s.(ver figura 16)



Figura 16 Servicios y aplicaciones de tecnologías W-CDMA Y TD-CDMA

Fuente: (Adell Hernani & Telefónica, 2002)

UMTS se caracterizó por utilizar CDMA, sin embargo, las aplicaciones y servicios de distinta naturaleza, que se puede conseguir con UMTS, hizo que se implementase tecnologías como W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Acces), y TD-CDMA (combinación de TDMA y CDMA). Como se observa en la figura 2.3 la red de acceso UMTS (UTRA) Utiliza Duplexado por División de Frecuencia (FDD) sobre WCDMA para servicios y situaciones donde el tráfico sea simétrico. Mientras que en TDCDMA utiliza el duplexado por división de tiempo, para Celdas públicas y servicios inalámbricos donde el tráfico es más denso. (Adell Hernani & Telefónica, 2002)

. En un principio la red 3G era ATM, posteriormente con la integración del internet al móvil, emergieron nuevas aplicaciones como:

- Banca Móvil.
- E-commerce.
- Sistemas operativos para móviles.
- Software y aplicaciones dedicadas.
- Localización.

Sin embargo, todo este mundo de internet y más concerniente a VoIP, la red 3G aun necesitaba mejorar ciertos aspectos, HSPA (High-Speed Packet Access) O También conocido como 3.5G es un conjunto de dos protocolos HSDPA (High Speed Downlink Packet Acces) con tasa de bajada de 14 Mbits/s y HSUPA (High Speed Uplink Packet Acces) con una tasa de subida de 5.8 Mbits/s. (ver figura 17)

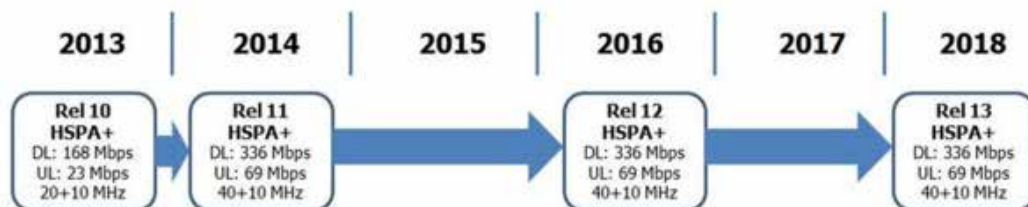


Figura 17 Evolución HSPA+

Fuente: (5G Américas, 2015)

Esta tecnología permite un acceso a servicios y aplicaciones a velocidades aún más altas, poco después volvió a evolucionar, a HSPA+ como se puede ver en la figura 2.4 HSPA+ ha tenido una evolución en relación al tiempo, en 2013 se obtuvo una velocidad de descarga de 168 Mbps y una velocidad de subida de 23 Mbps luego en el 2014 se estandarizó el Release 11 una versión aún más veloz que la anterior proporcionando velocidades de 336 Mbps de bajada y 69 Mbps de subida. Cabe recalcar que, en la actualidad se encuentra la tecnología LTE. Sin embargo, los operadores, dan la posibilidad de acceder a tecnologías 2G, 3G Y sus evoluciones, dependiendo de la capacidad equipo terminal

4.2.5 Cuarta Generación Digital 4G

4G (LTE) surgió como evolución de 3G, mediante el desarrollo de nuevos servicios disponibles para dispositivos móviles. Los 3 factores más importantes que hicieron que la 4G evolucionara son:

- Mayor Velocidad y Capacidad
- Nuevos servicios IP, tales como VoIP, IPTV, mensajería instantánea sobre ip, entre otros donde la red funcionaba all-ip.
- Optimización de la red

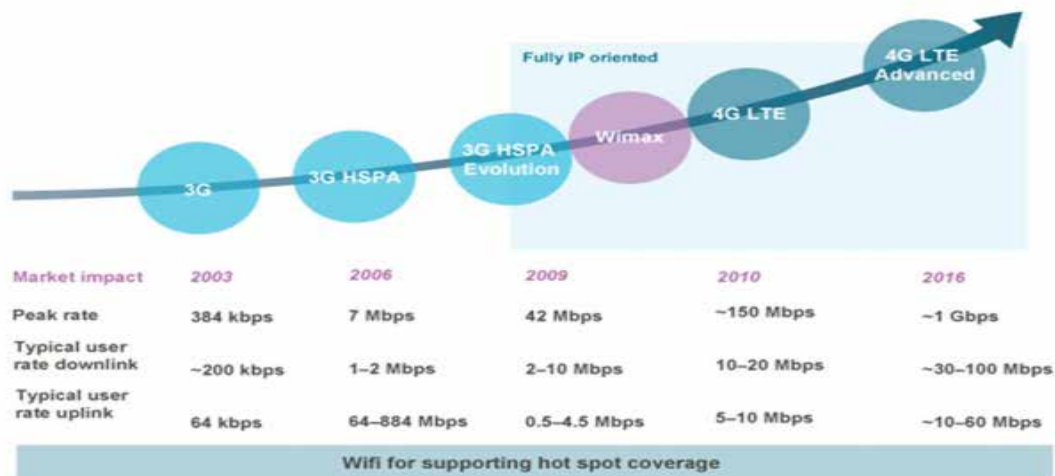


Figura 18 Velocidades de la Cuarta Generación

Fuente: (Ericsson, 2017)

Como se ilustra en la figura 18 en un periodo de trece años ha habido un impacto en el mercado en cuanto a velocidad se refiere, 3G como se explicó anteriormente ha ido evolucionando en varias etapas, desde el 2003 hasta el 2009 cada etapa con un incremento de velocidades. En el año 2010 se integró la cuarta generación (4G LTE) ofreciendo una tasa máxima de aproximadamente 150 Mbps, sin embargo, al igual que en todas las generaciones anteriores, pasa por diferentes fases, por lo cual LTE evoluciono a LTE-Advanced (LTE-A) ofreciendo velocidades de hasta 1Gbps teóricamente. (Holma & Toskala, 2012) Estas velocidades son teóricas, por lo cual en la práctica dependen de muchos factores, como puede ser, el congestionamiento, las condiciones climáticas, Políticas de red, Espectros con licencia, backhaul, etc. Sin embargo, estas afectaciones pueden no ser muy notorias ya que, es muy inusual encontrar aplicaciones que necesiten operar a una velocidad de 1Gbps.(ver figura 19)

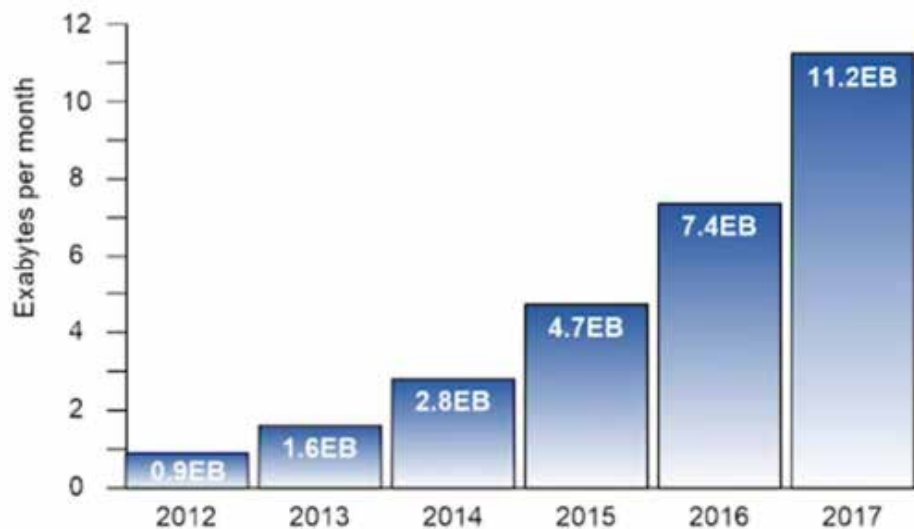


Figura 19 Diagrama de aumento prolífico de volumen de DATA

Fuente: (CISCO, 2013)

Cuando se habla de capacidad, es un factor muy importante para el desarrollo de cualquier tecnología móvil. El aumento de DATA que ha ocurrido a lo largo del tiempo ha sido muy demandante, como se puede ver en la figura 2.6 desde el año 2012 hasta el año 2017 el volumen de DATA por mes ha aumentado hasta los 11.2 Exabytes una cantidad, exponencialmente alta. La mayor parte del aumento de datos se atribuye a servicios basados en video, por lo tanto, no se trata de solo aumentar la velocidad, sino también la capacidad de obtener más información y más usuarios

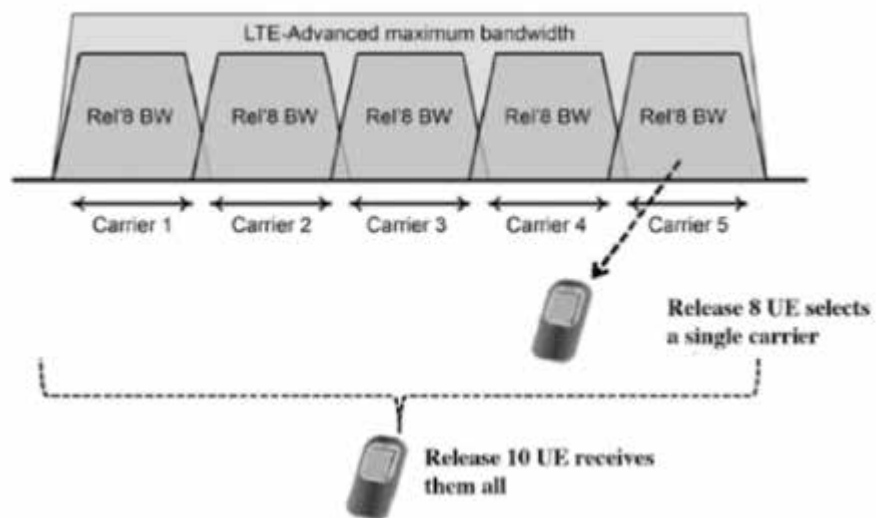


Figura 20 Agregación de Portadora

Fuente: (Holma & Toskala, 2012)

Una de las técnicas claves para el éxito en cuanto a velocidad y capacidad de esta cuarta generación es la agregación de portadoras (Carrier Aggregation – CA). En la figura 20 se puede observar este proceso, el cual consiste en la agregación de múltiples portadoras de aproximadamente 20 Mhz o menos. Es decir, permite la operación de varios fragmentos del espectro, hacia un mismo usuario o equipo terminal UE. Esta técnica permite la combinación de las señales de las distintas portadoras, por lo cual se puede lograr alcanzar un ancho de banda de hasta 100 Mhz

Tabla 1 Categorías LTE

Categoría LTE	Velocidad	Opción de portadora agregada
Categoría 12	600 Mbps bajada	3 x 20MHz bajada
	100 Mbps subida	2 x 20MHz subida
Categoría 10	450 Mbps bajada	2 x 20MHz bajada
	100 Mbps subida	2 x 20MHz subida
Categoría 9	450 Mbps bajada	3 x 20MHz bajada
	50 Mbps subida	
Categoría 7	300 Mbps bajada	2 x 20MHz bajada
	100 Mbps subida	2 x 20MHz subida
Categoría 4	150 Mbps bajada	2 x 10MHz bajada
	50 Mbps subida	

Como se puede observar en la Tabla 1, 4G al igual que sus antecesoras, ha tenido diferentes fases, a través de las cuales, puede ofrecer mayores beneficios al usuario. En la mayoría de países ya se encuentra estandarizada la cuarta generación, y en el día a día, se van adhiriendo nuevos dispositivos y equipos terminales, que sin duda harán de un futuro el hogar para redes de quinta Generación y el IoT, (Robert Triggs, 2017)

4.2.6 Quinta Generación Digital 5G

Las redes de quinta generación (5G), son el conjunto de nuevas tecnologías, que al ser integradas ofrecen nuevas oportunidades y aplicaciones en diversos sectores. Esta nueva generación tiene previsto para el año 2021 gestionar 1000x más de capacidad,

es decir aproximadamente 49 EB/mes, según las estadísticas como se muestra en la figura 21

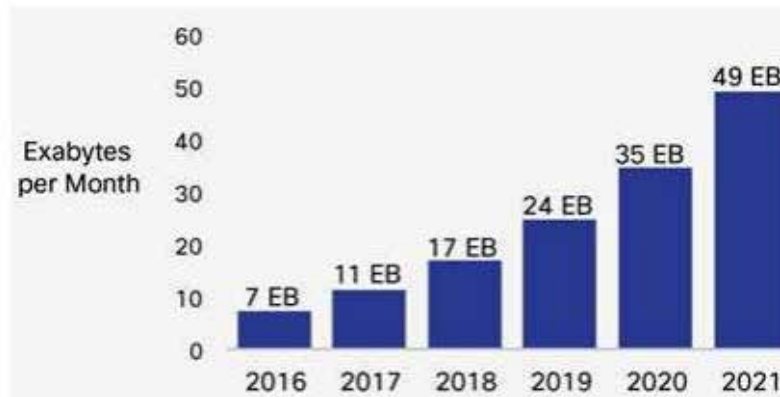


Figura 21 Estadísticas de Incremento de DATA

Fuente: (CISCO, 2017)

Con el constante crecimiento de usuarios o dispositivos que se conectan, al internet, y que al mismo tiempo procesan información de grandes cantidades, se deben considerar varios puntos claves, la figura 22 muestra los requisitos de la red de quinta generación en contraste con la 4G, estas capacidades claves fueron establecidas dentro de la norma IMT-2020, por la ITU (International Telecommunication Union). En 4G las tasas de transmisión alcanzan 1 Gbps mientras que la quinta generación propone conectividad con una tasa de transmisión de 10 Gbps y 20 Gbps teóricamente, para escenarios ideales.

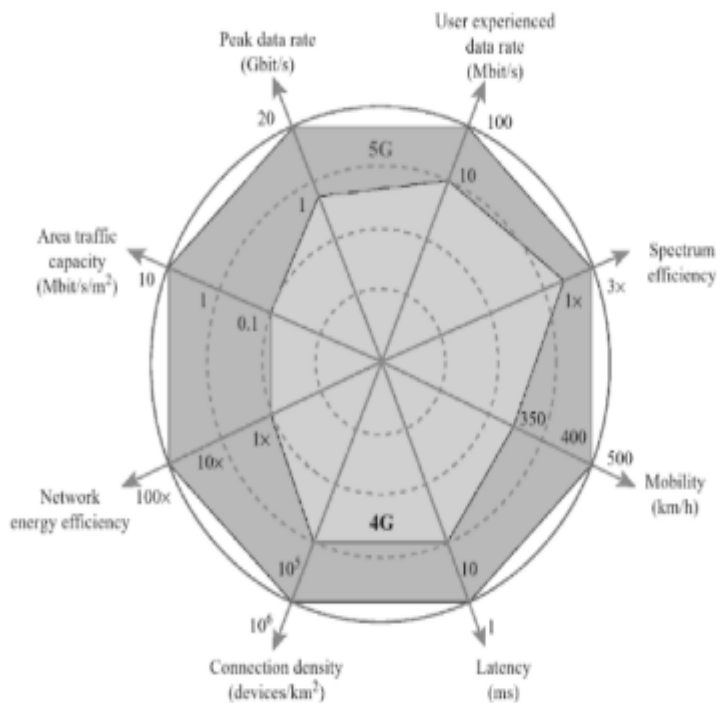


Figura 22 Requisitos para capacidades claves

Fuente: Mumtaz, Rodriguez, & Dai,(2016)

La red 5G necesita de espectro en bandas bajas (menores a 1 GHz) y bandas altas (26, 28 y 40 GHz), según el estándar IMT-2020 de la ITU, pero las frecuencias de rango medio ofrecen una buena combinación y cobertura. Las frecuencias de 3,3-3,8 GHz ya se encuentran disponibles en redes comerciales y cuentan con una mayor cantidad de equipos compatibles. Por ello, se espera que este rango de frecuencia sea el más común en el globo. Actualmente la tecnología 5G está siendo implementada en su primera fase, en la modalidad NSA (non-standalone), manteniendo la arquitectura de la tecnología 4G, con una red central LTE, añadiendo una RAN 5G.

A partir de 2022 y hasta 2024 aproximadamente, vendrá la segunda ola de tecnologías 5G, basadas en el Release 16 del 3GPP. Sus novedades principales serán la Internet de las Cosas Industrial (Industrial IoT, IIoT), las comunicaciones ultraconfiables de baja latencia (URLLC, Ultra Reliable Low Latency

Communications), el backhaul y acceso integrado (IAB) y conexiones celulares para vehículo-a-todo (C-V2X, Cellular Vehicle to Everything). En esta etapa, se espera que la arquitectura 5G SA (standalone) sea ya la norma, y algunos otros avances como celdas pequeñas milimétricas, computación en el borde y redes privadas ya estarán ampliamente adoptados.

Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, México, Perú y Uruguay cuentan con el espectro liberado en el rango de 3,5GHz. En la región, a este país se le reconoce como el primero de la región en comenzar el despliegue de la infraestructura de 5G, lo que no necesariamente significa que esta tecnología ya sea una realidad para los usuarios. De hecho, todavía se adelantan pruebas que deberían terminar entre marzo y abril– para seguir adelante con el proceso. La realidad es que a finales de 2020 había entre 10 y 12 antenas distribuidas en 3 de los 19 departamentos del país.

Brasil, por su parte, adelanta los preparativos para una licitación de enormes proporciones, que se realizará en el transcurso de este año, y que ha sido calificada como la más trascendental que se llevará a cabo en la región. Anatel, el regulador brasileño de telecomunicaciones, prevé que para el final de 2022 todas las capitales estatales y el distrito de Brasilia deberán estar cubiertos con redes 5G a través de la banda de los 3.5 Gigahertz (GHz) para las ciudades con más de 500.000 habitantes habrá 5G antes de julio de 2025; en julio de 2026, para aquellas de 200.000 personas, y para julio del 2027, en las que tengan 100.000 personas. Brasil estaría cubierto con 5G en diciembre del 2029.

Tras años de pruebas piloto alrededor del todo el planeta, se cumple el primer año desde que los primeros operadores de telefonía móvil comenzaran a ofrecer servicios 5G a sus clientes, que ya están disponibles de manera oficial en 19 países.

La llegada del 5G NSA a China fue anunciada por dos de sus principales operadores en el mes de noviembre, China Mobile y China Unicom, con una cobertura inicial de 50,000 estaciones base 5G que llegó a 50 ciudades entre las que se encontraba Beijing, Shanghái, Guangzhou, Shenzhen, Hangzhou, Nanjing, Tianjin, Wuhan, Jinan

o Zhengzhou. Durante la primavera de 2020, Nanjing se ha convertido en la primera ciudad con 5G SA.

4.3 Establecer los requerimientos energéticos, técnicos, operativos para la implementación de la red 5G.

Para el éxito, de la red 5G y justificar los puntos antes especificados, existen nuevas tecnologías, que son clave para el desarrollo y funcionamiento de las redes de quinta generación, las cuales se explican a continuación.

4.3.1 Ondas Milimétricas.

Las redes de cuarta generación trabajan en un rango de frecuencia desde aproximadamente 800 Mhz hasta los 2600 Mhz, a medida que nuevas terminales se van integrando a la red, el tráfico se torna pesado causando congestión y colapso de la red, por lo cual, en las redes de quinta generación es necesario la ampliación del espectro radio eléctrico utilizando un rango de 20 frecuencias mucho más altas, a estas frecuencias se las conoce como ondas milimétricas, el término milimétrico se deriva de la longitud de onda de las señales de radios. (Mumtaz, Rodriguez, & Dai, 2016)

Como se puede observar en la figura 23, las redes de celulares actuales, utilizan las bandas de frecuencias que van desde los 300 Mhz hasta los 3 Ghz, estas frecuencias, que, las frecuencias que van desde los 30 Ghz hasta los 300 ghz poseen una longitud nombre “milimétrico”, estas ondas son conocidas por operar en la banda de frecuencias EHF.

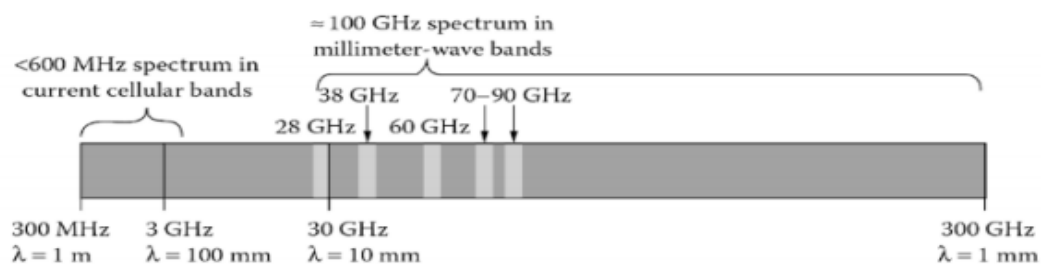


Figura 23 Espectro electromagnético y sus bandas de frecuencia

Fuente: (Hu, 2016)

Estas ondas, constituyen una gran parte del espectro radioeléctrico, actualmente el estándar de comunicación inalámbrica IEEE 802.11ad o mejor conocido como WiGig, trabaja en la banda de frecuencia de 60 Ghz. Sin embargo, es un espacio sin explorar para aplicaciones móviles, por lo tanto, es muy conveniente utilizar este espacio radioeléctrico para satisfacer los requerimientos de la red móvil de quinta generación, debido a que, gracias a su naturaleza, permite tasas de trasmisión muy altas, un amplio espectro, y un gran ancho de banda el cual nos ayuda a evitar interferencias

La figura 24 representa las bandas de frecuencias que han sido asignadas para las redes móviles de quinta generación estas son las bandas 21 de 26 a 28 Ghz y 66 a 71 Ghz, aunque ya se están realizando estudios dentro de las bandas 41 a 43.5 Ghz, para ampliar aún más el espectro radioeléctrico. Una de las ventajas, más prevalentes de las ondas milimétricas para una red 5G, es su longitud de onda que es muy pequeña, por ello sufre una alta atenuación, esto se puede ver como un problema, el cual se puede solucionar con la implementación de small cells; sin embargo, al haber mucho espacio libre, estas altas frecuencia pueden ser reutilizadas en distancias menores, mejorando así la calidad y cobertura del servicio. (Prasad, R. 2016)

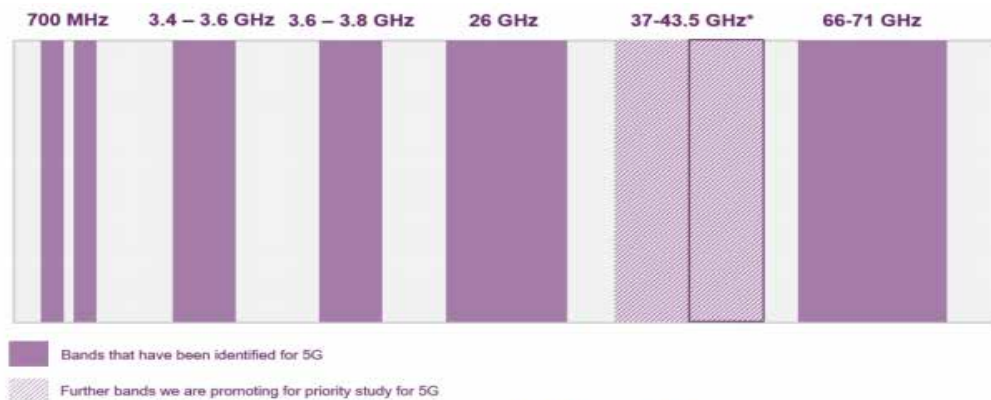


Figura 24 Asignación de frecuencias

Fuente: (OFCOM, 2017)

Sin embargo, no todo es ventajas y beneficios, las altas frecuencias que van entre los 57 a 64 Ghz, 164 a 200 y 280 a 325 Ghz, poseen características no muy favorables para el buen rendimiento de una red 5G, ya que estas frecuencias corresponden a la absorción de las moléculas de oxígeno y absorción de vapor de agua. A pesar de esto, se pueden obtener ciertas ventajas de estas frecuencias las cuales se describen en el punto.

Es muy importante considerar la obstrucción de obstáculos, ya que para este problema existen algunas soluciones, una de ellas es la configuración del enlace. Existen 2 configuraciones, Línea de visión directa (LOS) y sin línea de visión directa, (NLOS). LOS es el escenario idóneo para los enlaces de comunicación, como lo dice su nombre tiene una línea de visión libre de obstáculos, es decir que el enlace no tendrá perdida alguna. NLOS es una alternativa cuando existe un bloqueo LOS, es decir que en la línea de visión existente entre el transmisor y el receptor hay un obstáculo que obstruye el trayecto de la señal, esta no es la mejor solución para las ondas milimétricas, ya que a pesar de que existirá un enlace entre el emisor y el receptor, este tendrá perdidas en su potencia. (ver figura 25)

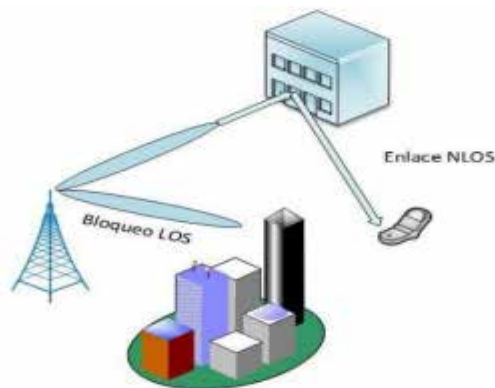


Figura 25 Bloqueo LOS

Fuente: Prasad, R. (2016)

4.3.2 Redes Heterogéneas.

En las redes cableadas actuales, se puede alcanzar fácilmente una velocidad de 100 Gbps, pero como es de saber no se puede realizar un cableado a cada equipo terminal. Por lo cual las redes inalámbricas son la mejor opción para brindar conectividad, sin embargo, solo por el hecho de ser inalámbrica ya tiene un margen de error más elevado por varios factores como, interferencias externas, condiciones ambientales, potencia del transmisor etc. Por tanto, se genera una alta demanda de tasas de transmisión Multi-Gigabit para sistemas inalámbricos. Una red heterogénea, está compuesta por estaciones transmisoras que varían de acuerdo a su magnitud, ya sea tamaño, potencia, costo etc. Las celdas pequeñas tienen propósitos definidos, cuando se trata de proporcionar a los usuarios finales una experiencia celular mejorada en áreas urbanas congestionadas:

- Aumento de la capacidad en áreas con altas densidades de usuarios
- Mejorar la cobertura y las velocidades de datos disponibles
- Extendiendo la vida útil de la batería del teléfono mediante el consumo de energía reducido

Hay tres tipos de células pequeñas: femtocéldas, picocéldas y microcélulas. Las femtocéldas tienen el rango más corto de tipos de celdas pequeñas y generalmente se implementan en hogares o pequeñas empresas. Estos dispositivos tipo enrutador son instalados por los clientes y pueden acomodar la cobertura solo para unos pocos usuarios a la vez. Las femtocéldas generalmente tienen un alcance máximo de menos de 10 metros. Las Picoceldas generalmente se instalan en áreas interiores más grandes, como centros comerciales, oficinas o estaciones de tren. (ver figura 26)

Pueden admitir hasta 100 usuarios a la vez y tienen un alcance de menos de 200 metros. Las microceldas son la célula pequeña más grande y más poderosa. Por lo general, se instalan al aire libre en semáforos o señales, y pueden usarse temporalmente para eventos grandes. Las microceldas tienen un alcance de menos de dos kilómetros, mientras que las torres de macroceldas pueden cubrir hasta 20 millas. Tanto las microceldas como las picocéldas suelen ser instaladas por los operadores

de red (Prasad, R. 2016)

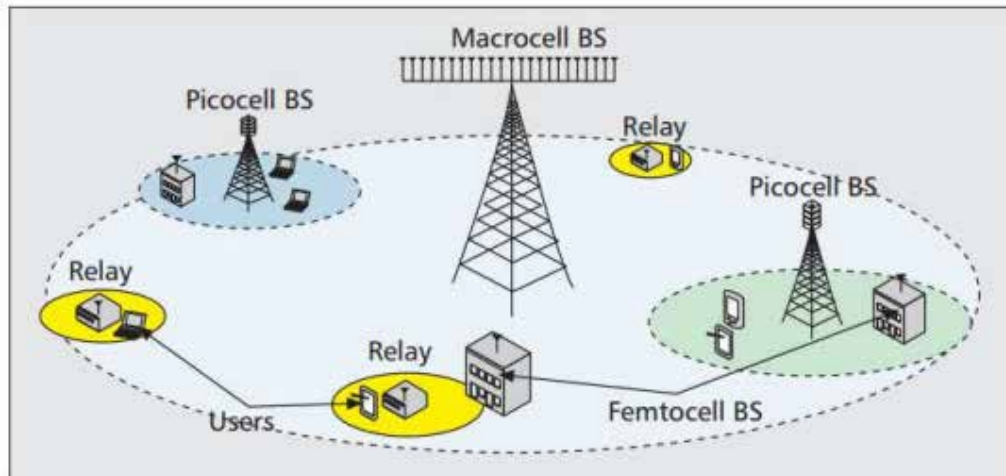


Figura 26 HetNet con Macrocelas y Small Cells

Fuente: Prasad, R. (2016)

4.3.3 Massive MIMO.

Para que las comunicaciones inalámbricas puedan tener un enlace de un punto a punto, es necesario que en cada extremo haya una antena, sea transmisora o receptora, estas antenas se encargan de transformar la electricidad en campo electromagnético (Ondas RF). Las antenas o mejor conocidas en mundo de las telecomunicaciones como AAU (Active Antena Unit), son los principales equipos de cualquier comunicación inalámbrica. A lo largo de la evolución de las redes celulares han ido utilizando distintos tipos de antenas con distintas potencias, LTE ya ha implementado la tecnología MIMO (Multiple-input Multiple-output).

Actualmente las redes de 4.5G utiliza tecnología MIMO multi-usuario, sin embargo, esta tecnología no es escalable, ya que utiliza el mismo número de antenas y terminales. Massive MIMO es un sistema de antenas de gran escala, este sistema ayuda a mejorar, la eficiencia espectral, de tal manera que mejora el rendimiento de la red, mediante la concentración de la energía en espacios más pequeños, esto a su vez

proporciona una eficiencia energética debido a que estos sistemas requieren un bajo consumo energético.

Massive MIMO, lleva a MU-MIMO a otro nivel, las estaciones bases de las antenas con tecnología Massive MIMO, están compuestas por un arreglo de 100 a 200 antenas, para brindar servicio a aproximadamente 10-40 usuarios dentro de una instancia de tiempo como se puede observar en la figura 27. Es decir que el número de antenas será mayor que el número de terminales

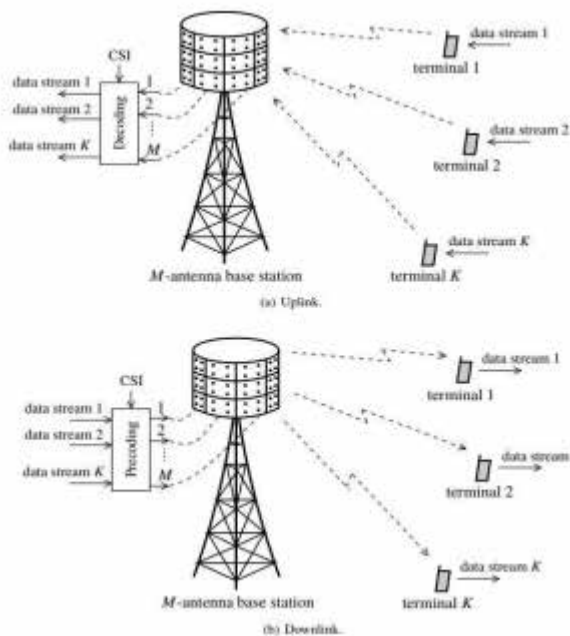


Figura 27 Massive MIMO

Fuente: (Marzetta, Larsson, Yang, & Ngo, 2016)

Massive MIMO, es visionado para el Iot (Internet de las cosas), por lo cual, está pensado desplegar esta tecnología en los diferentes escenarios, para ajustarse en diferentes infraestructuras de red. Como se logra apreciar en la figura 28, existen varias formas de arreglo de antenas, para dar servicio en los diversos escenarios, como pueden ser arreglos, de antenas distribuidas en diferentes estructuras, arreglo lineal, cilíndrico

o plano; cabe recalcar estos arreglos serán alimentados a través de medios de comunicación digitales ya sea óptico o eléctrico.

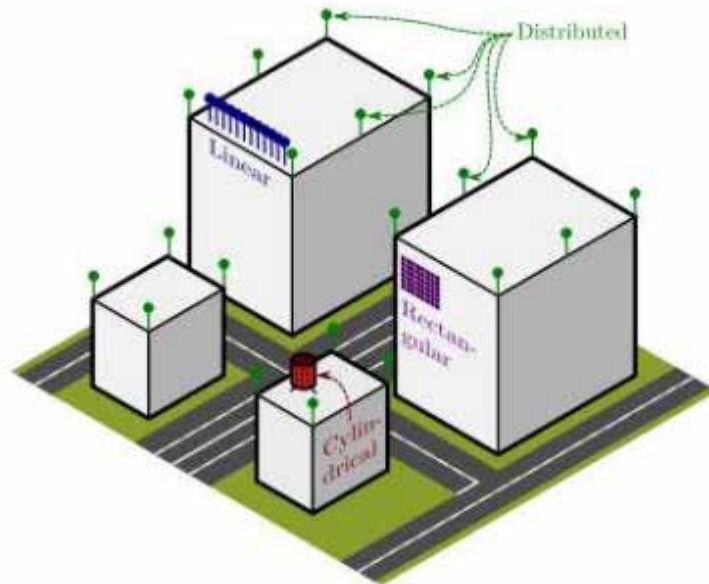


Figura 28 Arreglo de antenas Massive MIMO

Fuente: Prasad, R. (2016)

4.3.4 Beamforming - Conformación de haces.

La conformación de haces es una técnica esencial de transmisión de datos necesaria para que el MIMO masivo funcione como se espera, esta tecnología reduce la pérdida de propagación de la señal debido a las frecuencias más altas de las ondas milimétricas. Beamforming puede ayudar a los arreglos de antena massive MIMO a hacer un uso más eficiente del espectro que las rodea. El desafío principal para MIMO masivo es reducir la interferencia mientras se transmite más información desde muchas más antenas a la vez. En las estaciones base MIMO masivas, los algoritmos de procesamiento de señales trazan la mejor ruta de transmisión a través del aire para cada usuario. Luego pueden enviar paquetes de datos individuales en muchas direcciones diferentes, rebotando en edificios y otros objetos en un patrón coordinado con precisión

como se puede apreciar en la figura 2.18. Mediante la coreografía de los movimientos de los paquetes y el tiempo de llegada, la formación de haces permite que muchos usuarios y antenas en un sistema massive MIMO intercambien mucha más información a la vez

4.3.5. Comunicación Dispositivo a Dispositivo (D2D).

El constante aumento del tráfico de datos y la integración continua de nuevos dispositivos más avanzados, es la principal causa de congestión o colapso de la red, por lo tanto, las empresas de telecomunicaciones se comprometen a crear y diseñar nuevos métodos para acomodarse a las altas demandas de las aplicaciones de los usuarios. Servicios de proximidad (ProSe), es una tecnología que en la cual los dispositivos de la red pueden comunicarse entre sí, en lugar de las estaciones bases de las operadoras. Esto trae beneficios como el aumento del ancho de banda, reducir el consumo de energía y costos de infraestructura.

Por lo general los servicios de proximidad están visionados para el uso de servicios de seguridad comunitaria, como puede ser una catástrofe natural. Las comunicaciones D2D (device-to-device), es una de las tecnologías claves de 5G, esta hace referencia a la comunicación directa entre dos dispositivos, independientemente de la infraestructura de red. Este nuevo método de comunicación, tiene ventajas como, descongestionamiento del tráfico, disminuir el consumo de baterías, aumentar las tasas de transmisión. El grupo 3GPP, ha diseñado una arquitectura base, la cual se puede apreciar en la figura 29.

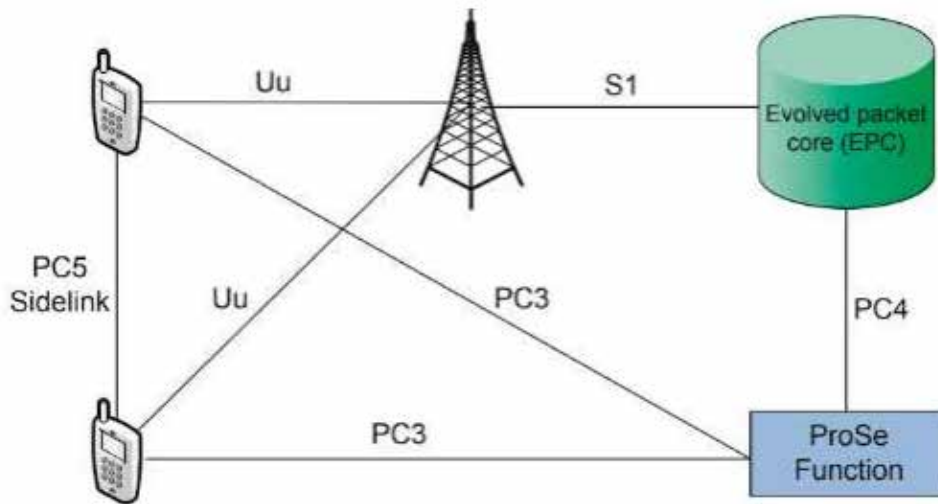


Figura 29 Arquitectura D2D en interfaces lógicas

Fuente: Prasad, R. (2016)

4.3.6 Tecnología de Acceso NOMA.

Non-Orthogonal Multiple Acces, es una tecnología de acceso, la cual promete ser la más adecuada para las redes de quinta generación. A diferencia de NOMA, las técnicas de acceso múltiple ortogonales (OMA), tales como TDMA Y OFDMA, proporcionan servicio a un solo usuario en cada bloque ortogonal. Las redes anteriores a 5G como 4G, utilizan OFDMA, esta tecnología tiene muchas ventajas para eMBB (banda ancha móvil), sin embargo, para IoT o mMTC (comunicación masiva tipo máquina) y uRLLC (comunicaciones de baja latencia ultra confiable) esta tecnología es muy limitante ya que posee desventajas, algunas son:

- Congestionamiento de tráfico.
- Interferencia en acceso múltiple en enlace de subida.
- Poca eficiencia espectral.
- Alto consumo de energía.

NOMA, es la tecnología de acceso propuesta para 5G, se prevé que este método, traerá beneficios como, combinación con otras formas de onda, aumento de la capacidad y de la eficiencia espectral, baja latencia, 33

descongestión de tráfico, conexiones coexistentes, menos interferencia, bajo consumo energético.

NOMA, se basa en la asignación de potencia a distintos usuarios, dependiendo de la condición y estado del canal, esto permite el acceso a múltiples usuarios, cabe recalcar que esto lo realiza en la misma ranura de tiempo, subportadora OFDMA o código de propagación.

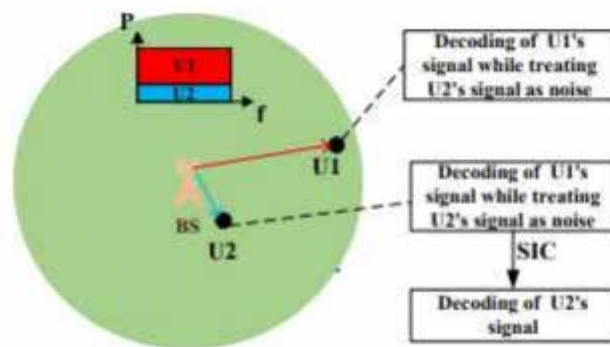


Figura 30 Esquema NOMA

Fuente: (Z. Ding et al., 2017)

En la figura 30, se ilustra un escenario donde se realiza un enlace de bajada para dos usuarios (U1, U2), donde la estación base BS proporciona servicio para dos usuarios al mismo tiempo y en la misma subportadora OFDMA. Como se muestra en la figura el principal, el objetivo de NOMA es asignar más potencia al usuario con una condición de canal más pobre, en el ejemplo el U1, está al límite de la celda por lo cual se le asigna más potencia. La figura 31 muestra una gráfica con la diferencia entre NOMA y OMA.

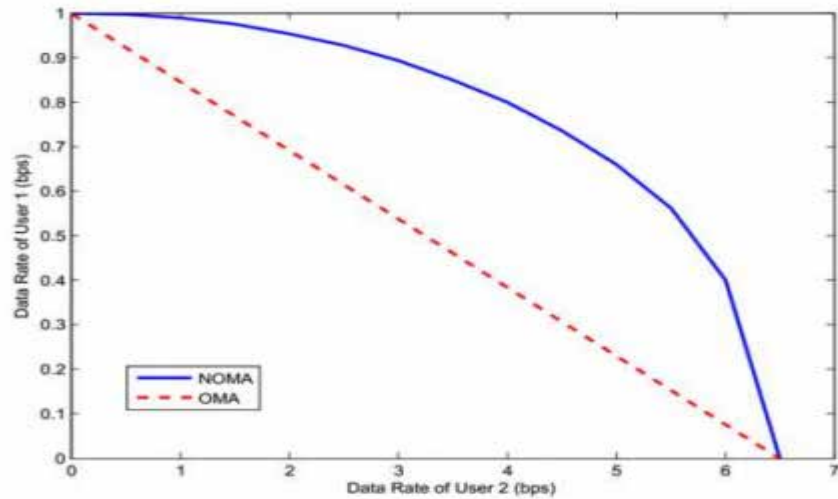


Figura 31 Capacidad NOMA vs OMA

Fuente: Prasad, R. (2016)

Sin embargo, existen otras formas de emplear NOMA, como NOMA cooperativo, el cual funciona al igual que en el ejemplo anterior es decir un usuario con señal fuerte asiste a un usuario con señal débil, y nodos relay o nodos cooperativos, como se muestra en la figura 32. Este método, sirve para dar alcance espectralmente eficiente a los usuarios que estén al borde de la celda.

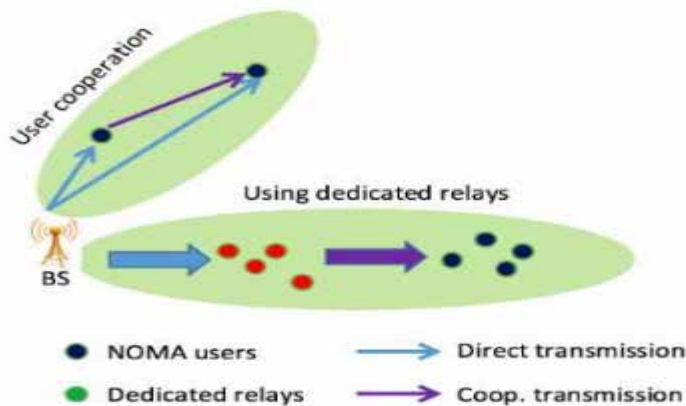


Figura 32 NOMA cooperativo

Fuente: (Z. Ding et al., 2017)

En OMA cooperativo, se necesitan cuatro ranuras de tiempo para realizar la transmisión, es decir dos slots de tiempo para que la BS entregue la señal a los dos nodos cooperativos, y dos más para que estos envíen la señal a los dos usuarios, lo cual produce un retardo de tiempo. Al contrario, NOMA cooperativo, necesita solo dos ranuras de tiempo, un slot de tiempo para que la BS transmita la señal a los nodos relay y otro slot para que estos envíen la señal a los dos usuarios

4.3.7 Full Duplex.

Las comunicaciones actuales, ya han implementado la tecnología full dúplex, esta puede utilizar duplexado por división de tiempo (TDD) o duplexado por división de frecuencia (FDD). TDD, es una técnica en la cual el enlace de bajada tanto como el de subida, son llevados sobre la misma frecuencia mediante el uso de intervalos de tiempo sincronizados. Por otro lado, FDD, es un método utilizado para establecer una comunicación full dúplex, usando dos frecuencias portadoras distintas, para realizar los enlaces de subida y bajada. Cada canal es separado por una banda de guarda para evitar interferencias entre los dos canales. Estos métodos logran una comunicación full dúplex, sin embargo, el uso de distintas instancias de tiempo, o distintas portadoras, hace que haya un retardo y una perdida en el ancho de banda.

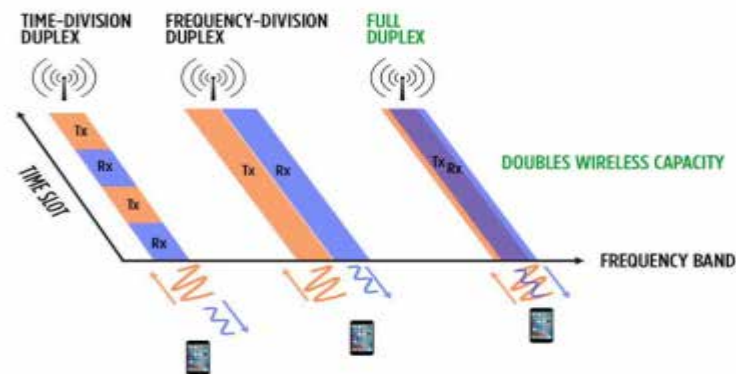


Figura 33 Full Dúplex

Fuente: (Prasad, 2016)

Con la integración de Full Duplex para tecnología 5G, se podrá transmitir y recibir en la misma banda de frecuencia y la misma instancia de tiempo, es decir que, tanto los transmisores y los receptores podrán trabajar en el mismo tiempo y en la misma frecuencia, generando mayor eficiencia espectral. Considerando que este método utilizará la misma instancia de tiempo, se puede deducir que habrá una reducción de tiempo de conversación mejorando así el flujo de las comunicaciones. Similarmente, si se considera que con Full Duplex, se utiliza la misma frecuencia portadora para transmitir y recibir, consecuentemente la capacidad inalámbrica se doblará, en la capa física como se puede observar en la figura 33.

Para que esto sea posible se necesita un circuito, que sea capaz de encaminar las señales de entradas y las señales de salida, de tal manera que estas no choquen entre sí. Esto es muy complejo, debido a la tendencia de las ondas de radio a viajar tanto hacia adelante como hacia atrás en la misma frecuencia.

Como se puede observar en la figura 34 el chip circulator CMOS, es una solución al problema de reciprocidad. Este chip está compuesto por transistores de silicón con un interruptor de alta velocidad, el cual funciona como un circulator, eliminando así la reciprocidad. Permitiendo que las señales que serán transmitidas y recibidas puedan funcionar en la misma banda de frecuencia.

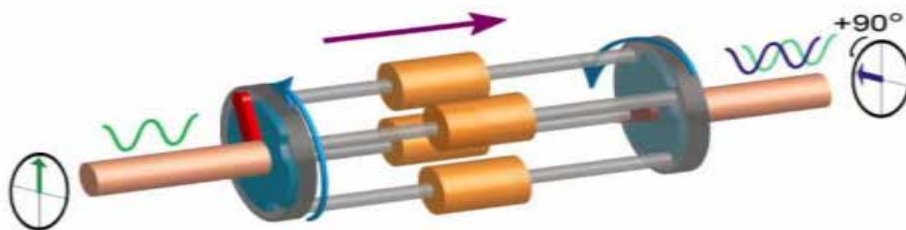


Figura 34 Circulador CMOS

Fuente: Z. Ding, X. (2017)

(2017). A Survey on Non-Orthogonal Multiple Access for 5G Networks:, 2017)

4.3.8 Arquitectura 5G

Las futuras redes de quinta generación deben ser capaces de soportar los servicios y aplicaciones que las nuevas demandas requieren, estas redes deben estar dotadas de mayor flexibilidad, agilidad y escalabilidad, por lo cual arquitectura de la red 5G está compuesta por varios habilitadores técnicos claves para cumplir con las necesidades de los usuarios. Esta arquitectura está compuesta por varias tecnologías antes mencionadas como, D2D, Massive MIMO, Small cells, MTC. Estas cooperaran para realizar las distintas funcionalidades y aplicaciones de esta red.

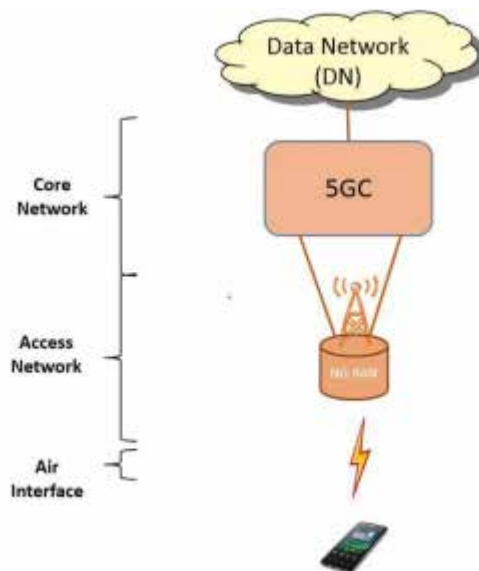


Figura 35 Sistema 5G

Fuente: Z. Ding, X, (2017)

Una red 5G está compuesta por tres bloques como se puede ver en la figura 35

- UE (Equipo de usuario).
- NG-RAN (Red de acceso).
- 5GC (Red Núcleo).

4.3.8.1. NG-RAN (Next-Gen Radio Acces Network).

En términos de una red que permite tener acceso mediante radiofrecuencias, hace referencia por lo general a las estaciones bases que dan acceso a internet mediante los transceptores. Por ejemplo, en GSM, las BTS, permitía el acceso al internet, en 3G la red de acceso se hacía mediante el Nodo B, luego en 4G-LTE, el nodo B evolucionó a eNodoB, y para 5G, se ha establecido como gNodoB (Nodo B de nueva generación). Es decir que la red de radio acceso NG-RAN de 5G esta básicamente compuesta por un conjunto de gNodosB.

El objetivo principal de esta nueva red de acceso es virtualizarla, es decir implementar una red de radio acceso en la nube C-RAN (cloud radio acces network). La C-RAN, está compuesta por dos elementos básicos:

- Unidad de Control (CU).
- Unidad Distribuida (DU).

CU: Es un nodo lógico que realiza las funciones de un gNB, como control de movilidad, uso compartido de la red de acceso de radio, Posicionamiento, Gestión de sesiones entre otras, estas unidades son mejor conocidas como unidades de banda base BBU.

DU: Este nodo lógico incluye un subconjunto de las funciones gNB, dependiendo de la opción de división de control o datos. Su operación es controlada por la CU. DU es también conocida con otros nombres como RRH/RRU, en español Unidad Radio Remota. (“5G NR gNB Logical Architecture and It’s Functional Split Options”, 2017).

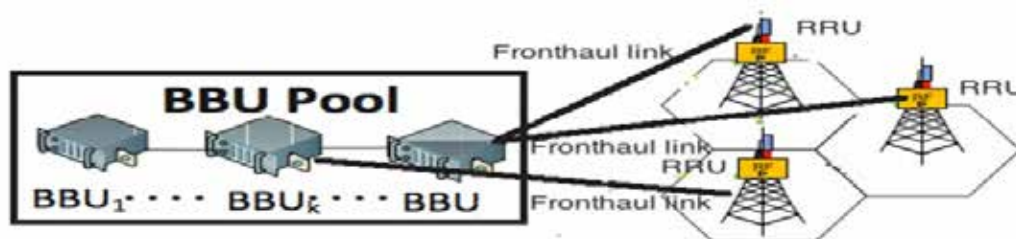


Figura 36 Arquitectura C-RAN.

Fuente: (Zhu et al., 2011)

El agrupamiento de varios BBU, se conoce como un BBU pool o piscina de BBUs como se puede apreciar en la figura 36. Esta piscina actúa como la nube donde se alojará información de los RRUs, mejor dicho, el BBU pool, funciona como una data center, que guarda información de la red para cumplir con los requisitos de operación. Los RRUs, actúan como puntos de acceso los cuales sirven para extender la red de acceso y para dar conexión a los diversos dispositivos inalámbricos.

4.3.9 Virtualización.

Los usuarios acceden a los servicios y aplicaciones, mediante las redes de comunicación, estas constituyen grandes y complejas infraestructuras de red, que están en constante proceso de evolución. Compuestas por elementos de red y nodos, estas redes tienen una dependencia del hardware, es decir de equipos físicos, lo cual la hace costosa de operar, además es poco flexible ya que al querer implementar un cambio para su evolución toma mucho tiempo y presupuesto.

Por ello se ha desarrollado la virtualización de la red, la cual se consigue mediante la separación del software y hardware, separar la funcionalidad y el control de la misma, del equipo físico donde se ejecuta lo cual se logra mediante dos tecnologías NFV y SDN. Mediante la virtualización de las funciones de red (NFV), se logra que toda la funcionalidad se encuentre en los programas que ejecutan las diferentes funciones y no en las máquinas, de forma que un solo elemento de red o equipo pueda acceder a las diversas aplicaciones empleando el software que se instaló en el mismo, de esta manera se logra empaquetar las distintas funcionalidades de red en una o 41 muchas máquinas virtuales, con el fin de controlar cada funcionalidad y su ejecución en un servidor determinado, y utilizar para ello hardware de propósito general, esto es lo que se conoce como virtualización de funciones de red.

4.4 Señalar la problemática que pueda existir a nivel nacional e internacional para la implementación de la red 5G.

4.4.1 A nivel Nacional

Una de las dificultades para la implementación de la red 5G en Venezuela, es la falta de una regulación actualizada a las nuevas tecnologías, que ofrezca

transparencia y seguridad jurídica a empresas del sector privado con el objetivo de disminuir los altos costos de su implementación, de igual forma la falta de una política de mantenimiento a los nodos y repetidoras ubicadas en el país ocasiona gastos adicionales.

Venezuela es un país que cuenta con grandes universidades donde se imparte carreras en el ámbito de las telecomunicaciones, no obstante la crisis económica que atraviesa desde hace algunos años ha logrado que un capital humano preparado en el área emigre a otros países o que simplemente la demanda hacia el estudio de estas carreras hayan disminuido, si se toma en cuenta además que CANTV la principal empresa de telecomunicaciones mantiene una flota pequeña en relación a la demanda de servicios, se evidencia entonces que el acceso de un personal capacitado será uno de los retos a vencer para la implementación de esta red 5G a mediano plazo.

La Comisión Nacional de Telecomunicaciones (Conatel) trabaja junto a los operadores de servicio del país en la preparación para iniciar un ciclo de pruebas de la tecnología 5G, que puede alcanzar velocidades máximas de 10 GB por segundo, 10×100 más rápido que lo que se puede obtener con la red 4G. La información fue dada por Alejandro Jurado, gerente de Gestión de Servicios de Telecomunicaciones de Conatel en el programa Conatel al Aire, y agregó que con estas pruebas se busca que el pueblo venezolano participe y se haga consciente de lo que se puede lograr con esta tecnología. “La idea es que la gente pueda entender el alcance y lo que se puede realizar con esta tecnología”, detalló. El Ejecutivo Nacional ya había anunciado que para las pruebas piloto y la implementación de la 5G en Venezuela se contará con el apoyo de la empresa china Huawei. La quinta generación de tecnologías de telefonía móvil (5G) se ha implementado con fuerza en la República Popular de China, en donde inclusive ya se ha aplicado la telemedicina, a través de operaciones con robots manejados por cirujanos a distancia conectados a esta red. El gerente de Telecomunicaciones de Conatel, explicó que con este tipo de tecnología se crearían las industrias 4.0, ayudando a obtener “una sistematización o robotización de las empresas que necesitan que la información sea rápida para la toma de decisiones”.

Además, para la implementación de la tecnología 5G según el estándar IMT-2020 de la ITU, se requiere espectro en tres gamas de frecuencias fundamentales para proporcionar una cobertura extendida y soportar todas las formas de uso. Las tres gamas son: por debajo de 1 GHz, entre 1 y 6 GHz y por encima de 6 GHz, Las frecuencias por debajo de 1 GHz soportarán una cobertura extendida en entornos urbanos, La banda 1-6 GHz ofrece una buena combinación entre los beneficios de la cobertura y la capacidad, Las frecuencias superiores a 6 GHz son necesarias para alcanzar las velocidades previstas para el 5G. Estas ondas radioeléctricas se propagan a distancias mucho más cortas que las de bandas medias (entre 1-6 GHz) y bajas (por debajo de 1 GHz). Por tanto, hay que tomar en cuenta que la cobertura de una zona determinada requerirá un número mucho mayor de estaciones base denominadas 5G New Radio usando la tecnología MIMO.

Adicionalmente deberá contar con C-RAN, un nuevo concepto de la tecnología 5G, que son las redes de radio acceso en la nube o C-RAN (Cloud Radio Access Networks), que consiste en una nueva arquitectura que adicionalmente puede soportar sistemas 2G, 3G, 4G y nuevos estándares de comunicación inalámbrica.

4.4.2 A nivel internacional

Uno de los problemas de la popularización del 5G es la escasez de oferta de terminales que funcionen con esta tecnología. Hasta el momento, marcas como Samsung, LG, Xiaomi, Oppo, One Plus o Huawei han lanzado terminales 5G al mercado, pero principalmente en la gama alta, a un precio muy elevado de entorno a los 1.000 euros. Se espera que los fabricantes incluyan en sus catálogos de gama media terminales 5G más asequibles. También se esperan para mediados de año los lanzamientos de Apple y Samsung de su oferta 5G

No obstante, Telefónica, en España, aclaró que, a diferencia de sus competidores, es capaz de llevar el 5G desde el primer momento a mucha más población gracias a una tecnología que combina el despliegue 5G NSA y el DSS (Dynamic Spectrum Sharing) para desplegar inmediatamente después la red 5G SA, cuando la tecnología esté plenamente disponible tras la estandarización. Asimismo,

este despliegue inicial está haciendo uso de los emplazamientos e infraestructuras actuales y, a medio y largo plazo, se irá complementando con nuevas estaciones base y small cells, según la capacidad.

Los nuevos despliegues irán acompañados de un paulatino apagado de las antiguas redes de segunda y tercera generación de telefonía móvil. En banda ancha fija, Telefónica también tiene previsto apagar el 100% de la red de cobre, que habrá sido sustituida por fibra óptica antes de 2025, cuando también finalizará el apagado de la red 3G. “Esto permitirá una gestión más eficiente de las inversiones, ya que no será necesario incrementarlas para abordar los nuevos despliegues”.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los estándares de las tecnologías de la 5G esta proporcionado para el grupo 3GPP. Se puede ver como se describe completamente los componentes esenciales o básicas de los nuevos radios NR y algunos señalamientos prevé de sus características de acuerdo con este estándar. Según los dichos de las diferentes compañías que están trabajando sobre la 5G, se predice que en 2025 tendrá fin la implementación del 5G a su máxima capacidad. Este cambio tan rápido de los últimos años, están relacionados con los nuevos servicios que han surgidos y citando algunos de ellos: IoT, M2M, vehículos inteligentes, provocando un aumento de los usuarios conectados y el crecimiento exponencial de las demandas de los tráficos móviles. Para hacer frente a este aumento tan rápido, se necesita nuevas formas de onda que proporcionen la capacidad de alojar a un mayor número de usuarios compartiendo de manera más eficiente el ancho de banda que es la velocidad de conexión que necesita.

Lo que se espera es que la 5G se convierta en la nueva generación de comunicaciones móviles que brinde alta capacidad y buenos servicios que necesita el mundo para cumplir con las demandas que cada vez más van en aumento. Las NR 5G para que sea mayoritario, tendrá apoyo de LTE dando cobertura hasta que se despliegue. La 5G empleara espectro desocupado, eso se refiere de las bandas C y las bandas milimétricas. Con el uso de estas bandas, los operadores van a realizar pruebas sin tener que ajustar la banda existente, pero al usar las bandas milimétricas, se podría tener problema de las pérdidas de propagaciones que serán cada vez mayor que las bandas bajas, eso provocará que la cobertura sea menor. Para recompensar esta menor cobertura, necesitará de emplear las bandas sub -3 GHZ. A NR, apresurará el apagado de las generaciones antiguas.

En relación a Venezuela el diagnóstico arrojo como una de las principales dificultades para la implementación de esta tecnología es la falta de recursos, que permita sanear la estructura actual desde bancos de baterías hasta nodos y repetidores ya existentes para que se pueda incorporar la nueva red 5G. Siendo el proyecto más

viable en base a la aplicación mundial explicado con anterioridad sobre el uso la tecnología 5G en su forma NSA manteniendo la arquitectura de la tecnología 4G, teniendo una red central LTE 4G y 2 Redes de Acceso (RAN), una RAN 4G y una RAN 5G.

Por otro lado, se aspira a que con esta inversión el Estado venezolano le da cabida al capital foráneo y se cree el efecto bumerán con el estímulo a la capacitación de profesionales en el área, siendo las universidades con facultades en el ramo de la tecnología las abanderadas a presentar propuestas que suplan la necesidad en los puestos de trabajos.

Así mismo, la diversidad de tecnología abre el mercado económico y propicia el bienestar social favoreciendo al sector industrial, comercial como a la comunidad en general.

La tecnología 5G está asociada a múltiples mitos e informaciones que no presentan fundamentos científicos, que ha provocado resistencia en el ciudadano común sobre los beneficios que este aporta, por tal motivo, paralelo al trabajo de establecimiento de la red se requiere una campaña de información a la comunidad para el uso inteligente de este recurso.

RECOMENDACIONES

Definir la subasta de las Bandas bajas de 600 a 700Mhz, bandas medias 3.5Ghz, bandas altas de 24 a 28 GHz

Aplicar la tecnología 5G en su opción NSA con red central LTE 4G y 2 Redes de Acceso (RAN), una RAN 4G y una RAN 5G. En este caso la RAN 4G tendrá las conexiones del plano de usuario y el plano de control con el EPC, siendo el nodo master 4G el que comunicará con la RAN 5G.

Proporcionar información particularmente clara y comprensible a los usuarios de las nuevas aplicaciones y servicios basados en el 5G

Se requieren de aspectos regulatorios actualizados y en sintonía con el mercado internacional, con transparencia en el uso de los recursos para generar confianza en el empresario privado y la comunidad en general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (2010). **El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica**. 3ra Edición. Caracas: Editorial Episteme.
- Arias, F. (2012). **El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica**. Caracas: Editorial Episteme.
- Balestrini, M., y Lares, A. (2006). **Metodología para La Elaboración de Informes** Edición. Caracas, Venezuela. Editores asociados.
- Bisquerra Na, Arcángel. (2008). **The Saurus de la investigación Academia**. 3ra Edición. Caracas, Venezuela. Editorial Pedagógico de Caracas.
- Baechle y Earle. (2007): **Metodología de la Investigación**. Recuperado en:
<http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/1335/1/108T0005.pdf>
- Baena, Guillermina DGB. Metodología de la investigación. 3a edición. (2017).
- Chakour, J (2018). **Las Telecomunicaciones en Venezuela Y el contexto Normativo Internacional y Regional**. Recuperado en:
<http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAQ2422.pdf>
- Conatel. (1994). **Algunas ideas para un plan estratégico del sector**.
Recuperado en:
<http://www.conatel.gob.ve/wp-content/uploads/2014/10/PDF-Ley-g%C3%ADa-e-Innovacion>
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999)**. Recuperado en:
http://www.oas.org/dil/esp/constitucion_venezuela.pdf
- Hernández (1991). **Instrumentos de Investigación**. Caracas: Editorial Quirón.
- Hurtado, J. (2010). **El proyecto de investigación**. Caracas: Editorial Quirón.
- Jon Oleaga. (2019). **Por qué las redes 5G van a cambiar la economía y la sociedad**,
Recuperado en:
https://www.abc.es/tecnologia/redes/abci-redes-cambiar-economia-y-sociedad-201905261513_no.html?ref=https://www.google.com

- Larsson, Edfors, Tufvesson, & Marzetta. (2014). **Massive MIMO for Next Generation Wireless Systems**. Recuperado en:
<http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v11n2/v11n2a19.pdf>
- Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación** (2014). Recuperado en:
<http://www.conatel.gob.ve/wp-content/uploads/2014/10/PDF-Ley-rg%C3%A1nica-de-Ciencia-Tecnolog%C3%ADa-e-Innovacion.pdf>
- Ley Orgánica de Telecomunicaciones** (2011). **Gaceta Oficial No. N° 39.610. Caracas**. Recuperado en:
<http://www.conatel.gob.ve/ley-organica-de-telecomunicaciones-2/>
- Marzetta, Larsson, Yang, & Ngo. (2016). **Fundamentals of Massive MIMO**. Recuperado en:
<http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v11n2/v11n2a19.pdf>
- Méndez A., Carlos E. (2016): **Metodología, diseño y desarrollo del proceso de investigación**. Bogotá, Colombia. Editorial Graw-Hill.
- Molina, Durán. (2018). **Las implicaciones de la Brecha Digital para los países en desarrollo: Caso Venezuela**. Recuperado en:
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/5530/553056570006/html/index.html>
- Montesinos Chano, Roberto José (2018): **Estudio Y Análisis De Tecnologías Habilitadoras 5G Y Sus Factibilidades Para El Desarrollo Del Internet De Las Cosas** <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/11343/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-315.pdf>
- Mumtaz, Rodriguez, & Dai. (2016). **Wave Massive MIMO: A Paradigm for 5G**. Recuperado en:
<https://repository.DiseñoYconstrucciondeunGPONa.pdf;jsessionid=8B8F6719F0983D83E2EA5922851F8A89?sequence=2>
- Of ce of Communications (Ofcom). (2018). **Enabling 5G in the UK**. Recuperado en:
https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/111883/enabling-5g-uk.pdf

- Palella y Martins (2010). **Metodología de la investigación cualitativa**. Caracas. Editorial Fedupel. Segunda Edición.
- Prasad, R. (2016). 5G Outlook- Innovations and Applications: River Publishers. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=ux-6DAAAQBAJ>
- Robert Triggs. (2020, junio 3). What is LTE Advanced? - Android Authority.
- Sabino, C. (1996). **Introducción a la Metodología de Investigación**. Caracas: Editorial: Panapo.
- Silva, Jesús Alirio. (2012). **Métodos de la Investigación. Elementos básicos**. Carabobo, Venezuela. Editorial:Co-Bo.
- Tamayo, M. (2003). **El proceso de la investigación científica**. 3ra edición. México: Editorial Limusa.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1335/1/108T0005.pdf>
- Telectronika 2016. (2018): **¿Qué es 5G NR? ¿El estándar para la interfaz inalámbrica 5G?** Recuperado en: <https://telectronika.com/articulos/que-es-5g-nr/>.
- Universidad Central de Venezuela (2016). **Competitividad y Tendencias del Mercado de las Telecomunicaciones en Venezuela. La transición hacia la sociedad del conocimiento**. Recuperado en: <https://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ve/2007/Ogp-til.htm>
- Unión Internacional de Telecomunicaciones (2018): **Sentando las bases para la 5G: Oportunidades y desafíos**, https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-BB.5G_01-2018-PDF-S.pdf
- Zhu, Z., Gupta, P., Wang, Q., Kalyanaraman, S., Lin, Y., & Franke, H. (2011). Virtual base station pool: towards a wireless network cloud for radio access
- Z. Ding, X. Lei, G. K. Karagiannidis, R. Schober, J. Yuan, & V. K. Bhargava. (2017). A Survey on Non-Orthogonal Multiple Access for 5G Networks