



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**DIRECCIÓN DE POSGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA**

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGÍSTER EN  
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN MENCIÓN REDES  
Y SISTEMAS DISTRIBUIDOS**

**MODALIDAD:**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

**TEMA:**

**PROPUESTA PARA LA ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA 5G EN  
EL CANTÓN BOLÍVAR**

**AUTORES:**

**EDWIN WELLINGTON MOREIRA SANTOS**

**YASMINA LIZETTY ZAMBRANO LOOR**

**TUTOR:**

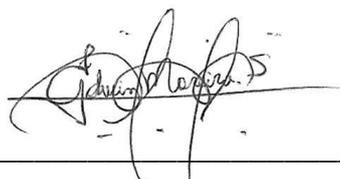
**ING. RAMÓN JOFFRE MOREIRA PICO, MGTR.**

**CALCETA, FEBRERO 2022**

## DERECHOS DE AUTORÍA

**EDWIN WELLINGTON MOREIRA SANTOS** y **YASMINA LIZETTY ZAMBRANO LOOR**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, que se han respetado los derechos de autor de terceros, por lo que asumimos la responsabilidad sobre el contenido del mismo, así como ante la reclamación de terceros, conforme a los artículos 4, 5 y 6 de la Ley de Propiedad Intelectual.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido en el artículo 46 de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.



\_\_\_\_\_  
**EDWIN WELLINGTON MOREIRA SANTOS**



\_\_\_\_\_  
**YASMINA LIZETTY ZAMBRANO LOOR**

## **CERTIFICACIÓN DE TUTOR**

**MGTR. RAMÓN JOFFRE MOREIRA PICO**, certifica haber tutelado el trabajo de titulación **PROPUESTA PARA LA ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA 5G EN EL CANTÓN BOLÍVAR**, que ha sido desarrollado por **EDWIN WELLINGTON MOREIRA SANTOS** y **YASMINA LIZETTY ZAMBRANO LOOR**, previo la obtención del título de Magister en Tecnologías de la Información mención Redes y Sistemas Distribuidos, de acuerdo al Reglamento de unidad de titulación de los programas de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**MGTR. RAMÓN JOFFRE MOREIRA PICO**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **PROPUESTA PARA LA ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA 5G EN EL CANTÓN BOLÍVAR**, que ha sido propuesto, desarrollado y sustentado por **EDWIN WELLINGTON MOREIRA SANTOS y YASMINA LIZETTY ZAMBRANO LOOR**, previa la obtención del título de Magister en Tecnologías de la Información mención Redes y Sistemas Distribuidos, de acuerdo al Reglamento de la unidad de titulación de los programas de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

MGTR. RICARDO ANTONIO VÉLEZ VALAREZO

**MIEMBRO**

---

MGTR. DANIEL AGUSTÍN MERA MARTÍNEZ

**MIEMBRO**

---

MGTR. ÁNGEL ALBERTO VÉLEZ MERO

**PRESIDENTE**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos otorgó la oportunidad de crecer como seres humanos a través de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día;

A la Dirección de Posgrado y Educación Continua, en especial a la Coordinación de la Maestría en Tecnologías de la Información mención Redes y Sistemas Distribuidos por permitirnos ser parte de sus maestrantes y recibir vastos conocimientos de docentes especializados,

Al Mgtr. Joffre Moreira Pico por ser nuestro tutor y guiar este trabajo de la mejor manera con conocimientos técnicos-científicos, y

A la Mgtr. Jéssica Morales Carrillo por ser nuestra cotutora y brindarnos ideas innovadoras en el desarrollo de este trabajo.

**LOS AUTORES**

## **DEDICATORIA**

A Dios por las bendiciones recibidas en este largo caminar, por sostenerme en los momentos más difíciles y por darme luz para lograr mis propósitos;

A mi esposa María Guadalupe por ser inspiración de amor en mi vida, por su paciencia y por su vida en la mía,

A mis padres Elda y Miguel por ser mi apoyo y guía alrededor de toda mi existencia, quienes con amor y esfuerzo me impulsaron a alcanzar esta meta,

A mi tía Cecibel por su entrega y ejemplo de superación para convertirme en un ser humano de bien, todos mis triunfos se los dedico a ustedes, y

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron de forma productiva a mi formación personal y académica.

**EDWIN WELLINGTON MOREIRA SANTOS**

## **DEDICATORIA**

A Dios el ser supremo, por ser quien da luz a mis pasos dándome fuerzas para persistir y alcanzar mis objetivos;

A mis padres, quienes son mi fuente de motivación, quienes siempre me han brindado su soporte de manera incondicional, los cuales han sido mis pilares fundamentales para llegar a la meta propuesta,

A mis hermanos que han regalado las mejores sonrisas y júbilos en los momentos más difíciles de mi preparación académica, y

A mis abuelitos y a mi segunda madre por su inmenso cariño, y soporte a lo largo de mi carrera profesional, y a todos aquellos amigos que de una u otra manera hicieron posible este logro y siempre me han manifestado el apoyo necesario para seguir adelante.

**YASMINA LIZETTY ZAMBRANO LOOR**

## CONTENIDO GENERAL

|  |      |
|--|------|
| DERECHOS DE AUTORÍA.....                                     | ii   |
| CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....                                  | iii  |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....                                 | iv   |
| AGRADECIMIENTO .....   | v    |
| DEDICATORIA .....  | vi   |
| DEDICATORIA .....  | vii  |
| CONTENIDO GENERAL.....                                       | viii |
| CONTENIDO DE TABLAS, FIGURAS Y ANEXOS .....                  | x    |
| RESUMEN.....   | xii  |
| PALABRAS CLAVE .....   | xii  |
| ABSTRACT.....  | xiii |
| KEY WORDS.....   | xiii |
| CAPÍTULO I. ANTECEDENTES .....                               | 1    |
| 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....           | 1    |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN .....                                     | 3    |
| 1.3. OBJETIVOS .....   | 5    |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....                                | 5    |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                           | 5    |
| 1.4. IDEA A DEFENDER .....                                   | 5    |
| CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....                    | 6    |
| 2.1. TECNOLOGÍA 5G: BENEFICIOS Y CONTRIBUCIONES.....         | 6    |
| 2.2. COMPARATIVA ENTRE LAS TECNOLOGÍAS MÓVILES 4G Y 5G ..... | 8    |
| 2.3. LA TECNOLOGÍA 5G EN AMÉRICA LATINA.....                 | 10   |
| 2.4. TELEFONÍA MOVIL EN EL ECUADOR: SERVICIO ACTUAL.....     | 10   |

|  |    |
|--|----|
| 2.5. INCOVENIENTES EN LA ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA 5G EN ECUADOR .....   | 12 |
| 2.6. IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD POR EL USO DE TECNOLOGÍAS 5G: CASO ECUADOR .....  | 14 |
| CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....   | 17 |
| 3.1. EXPLORAR LOS AVANCES DE LA TECNOLOGÍA 5G Y SU IMPACTO EN LATINOAMÉRICA .....  | 17 |
| 3.2. ELABORAR UN DIAGNÓSTICO SITUACIONAL CON RESPECTO AL NIVEL TECNOLÓGICO DEL CANTÓN .....  | 17 |
| 3.3. DETERMINAR LA FACTIBILIDAD DE ADOPTAR LA TECNOLOGÍA 5G EN LA LOCALIDAD COMO UNA MEJORA VIABLE AL SERVICIO MÓVIL AVANZADO..... | 18 |
| 3.4. DISEÑAR UN PLAN DE ACCIÓN QUE CONTRIBUYA A LA ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA 5G EN EL CANTÓN BOLÍVAR.....                          | 18 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....   | 19 |
| 4.1. EXPLORAR LOS AVANCES DE LA TECNOLOGÍA 5G Y SU IMPACTO EN LATINOAMÉRICA .....  | 19 |
| 4.2. ELABORAR UN DIAGNÓSTICO SITUACIONAL CON RESPECTO AL NIVEL TECNOLÓGICO DEL CANTÓN.....   | 29 |
| 4.2.1. ÁMBITO TECNOLÓGICO .....  | 29 |
| 4.2.2. COBERTURA.....  | 33 |
| 4.3. DETERMINAR LA FACTIBILIDAD DE ADOPTAR LA TECNOLOGÍA 5G EN LA LOCALIDAD COMO UNA MEJORA VIABLE AL SERVICIO MÓVIL AVANZADO..... | 35 |
| 4.3.1. VENTAJAS .....  | 35 |
| 4.3.2. DESVENTAJAS .....   | 36 |
| 4.3.3. DIFERENCIAS ENTRE 4G Y 5G .....   | 36 |
| 4.3.4. DELIMITACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO .....  | 37 |
| 4.3.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD .....  | 41 |

|   |    |
|---|----|
| 4.4. DISEÑAR UN PLAN DE ACCIÓN QUE CONTRIBUYA A LA ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA 5G EN EL CANTÓN BOLÍVAR..... | 47 |
| 4.4.1. FASE 1. ANÁLISIS DE LA COBERTURA ACTUAL DEL CANTÓN BOLÍVAR .....                                   | 48 |
| 4.4.2. FASE 2. SOCIALIZACIÓN DEL DIAGNÓSTICO DE LA TELEFONÍA MÓVIL DEL CANTÓN BOLÍVAR .....               | 49 |
| 4.4.3. FASE 3. PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DE ESTRATEGIAS PARA IMPLEMENTAR LA TECNOLOGÍA 5G.....            | 50 |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....   | 52 |
| 5.1. CONCLUSIONES.....  | 52 |
| 5.2. RECOMENDACIONES.....   | 53 |
| BIBLIOGRAFÍA.....   | 54 |
| ANEXOS.....   | 58 |

## **CONTENIDO DE TABLAS, FIGURAS Y ANEXOS**

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 2.1.</b> Comparativa entre las tecnologías móviles 4G y 5G.....                          | 9  |
| <b>Tabla 2.2.</b> Operadores móviles del Ecuador.....   | 11 |
| <b>Tabla 4.1.</b> Avances de la tecnología 5G en América Latina.....                              | 20 |
| <b>Tabla 4.2.</b> Uso de Internet en el cantón Bolívar.....                                       | 30 |
| <b>Tabla 4.3.</b> Disponibilidad de Internet en los hogares del cantón Bolívar. ....              | 30 |
| <b>Tabla 4.4.</b> Disponibilidad de computadora en los hogares del cantón Bolívar. ....           | 31 |
| <b>Tabla 4.5.</b> Disponibilidad de teléfono convencional en los hogares del cantón Bolívar. .... | 31 |
| <b>Tabla 4.6.</b> Disponibilidad de teléfono celular en los hogares del cantón Bolívar. ....      | 32 |
| <b>Tabla 4.7.</b> Disponibilidad de tv cable en los hogares del cantón Bolívar. ....              | 33 |
| <b>Tabla 4.8.</b> Promedio de la estabilidad de llamadas en el cantón Bolívar.....                | 33 |
| <b>Tabla 4.9.</b> Promedio de la cobertura en el Cantón Bolívar. ....                             | 34 |
| <b>Tabla 4.10.</b> Características de la Tecnología 4G y 5G. ....                                 | 36 |
| <b>Tabla 4.11.</b> Propuesta de antenas por parroquia del cantón Bolívar.....                     | 47 |
| <b>Figura 4.1.</b> Delimitación geográfica del cantón Bolívar. ....                               | 37 |
| <b>Figura 4.2.</b> Cobertura 4G de operadora Claro. ....  | 38 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 4.3.</b> Cobertura 4G de operadora Movistar. ....   | 38 |
| <b>Figura 4.4.</b> Cobertura 4G de operadora CNT. ....  | 39 |
| <b>Figura 4.5.</b> Antenas de las operadoras móviles que pertenecen al cantón Bolívar. ....                             | 39 |
| <b>Figura 4.6.</b> Zona de cobertura urbana del cantón Bolívar. ....  | 40 |
| <b>Figura 4.7.</b> Propuesta de antenas para la tecnología 5G en el cantón Bolívar. ....                                | 44 |
| <b>Figura 4.8.</b> Antenas Torre Macro. ....  | 45 |
| <b>Figura 4.9.</b> Macroantenas. ....   | 46 |
| <b>Figura 4.10.</b> Microantenas. ....  | 46 |
| <b>Figura 4.11.</b> Fases del plan de acción para la adopción de la 5G en el cantón Bolívar. ....                       | 47 |
| <b>Figura 4.12.</b> Proyectos del análisis de la cobertura actual del cantón Bolívar. ....                              | 48 |
| <b>Figura 4.13.</b> Proyectos para la elaboración del diagnóstico de la telefonía móvil del cantón Bolívar.<br>.....    | 49 |
| <b>Figura 4.14.</b> Proyectos de la planificación y ejecución de estrategias para implementar la tecnología<br>5G. .... | 50 |

## **RESUMEN**

El presente trabajo de titulación tuvo como principal objetivo desarrollar una propuesta de adopción de la tecnología 5G para la contribución al mejoramiento del servicio móvil avanzado en el cantón Bolívar. La ejecución de esta investigación se efectuó cumpliendo con los objetivos específicos: explorar los avances de la tecnología 5G, elaborar un diagnóstico situacional, determinar la factibilidad y diseñar un plan de acción. En el primer objetivo se realizó una exploración del avance de la tecnología 5G y su impacto en América Latina, con la ayuda de la revisión sistemática; en el segundo objetivo se elaboró un diagnóstico situacional con respecto al nivel tecnológico del cantón Bolívar haciendo uso de técnicas como la estadística descriptiva, además se utilizaron herramientas móviles como "OpenSignal" e "Información de señal de red"; en el tercer objetivo se pudo determinar la factibilidad de adoptar esta tecnología con sus ventajas, desventajas, factibilidad operacional, técnica, legal y económica, esto con la herramienta "Antenas del Celular" y el servicio de Google Earth; y en el cuarto objetivo se diseñó un plan de acción a través del instrumento metodológico 5W2H, en donde se plantearon mecanismos que contribuyen a la adopción de este servicio móvil avanzado. Finalmente se concluye que la tecnología 5G llegará indudablemente a la localidad, sin embargo, requiere de una gran inversión para poder hacer frente a la demanda de infraestructura y calidad de servicio en el cantón Bolívar.

## **PALABRAS CLAVE**

Plan de acción, infraestructura, tecnología 5g.

## **ABSTRACT**

The main objective of this degree work was to develop a proposal for the adoption of 5G technology to contribute to the improvement of advanced mobile service in Bolívar canton. The execution of this investigation was carried out in compliance with the specific objectives: to explore the advances of 5G technology, prepare a situational diagnosis, determine the feasibility and design an action plan. In the first objective, an exploration of the advancement of 5G technology and its impact in Latin America was carried out, with the help of the systematic review; in the second objective, a situational diagnosis was made with respect to the technological level in Bolívar canton using techniques such as descriptive statistics, in addition to mobile tools such as "OpenSignal" and "Network signal information"; in the third objective, it was possible to determine the feasibility of adopting this technology with its advantages, disadvantages, operational, technical, legal and economic feasibility, this with the "Cellular Antennas" tool and the Google Earth service; and in the fourth objective, an action plan was designed through the 5W2H methodological instrument, where mechanisms that contribute to the adoption of this advanced mobile service were proposed. Finally, it is concluded that 5G technology will undoubtedly reach the town, however, it requires a large investment to be able to meet the demand for the infrastructure and service quality in Bolívar canton.

## **KEY WORDS**

Action plan, infrastructure, 5g technology.

# **CAPÍTULO I. ANTECEDENTES**

## **1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Con el transcurso de los años, la humanidad se ha visto afectada por la evolución de la tecnología, más que todo en el servicio de telefonía móvil, por lo que ya es necesaria la utilización de dispositivos inteligentes que faciliten la comunicación entre ellos, esto implica que cada vez se vayan desarrollando nuevas tecnologías que permitan realizar una comunicación de forma ágil, rápida y segura (Jácome y Quimis, 2017).

En el contexto de telefonía móvil y específicamente de UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) o servicio universal de telecomunicaciones móviles, hace referencia a la quinta generación 5G, en donde se va más allá de la transferencia de voz y datos como hasta ahora se manejaban las generaciones anteriores 4G, 3G, 2G, pues mediante esta nueva generación se tienen como objetivos principales constituir nuevas redes de comunicación que sirvan de motor para el IoT (Internet of Things) (Joyce, 2018).

A nivel global, la petición de los consumidores está alineando el avance de los servicios de banda ancha móvil, y es que el aumento del número de dispositivos y servicios, y la demanda de una mayor asequibilidad y una mejor experiencia de usuario requerirán soluciones innovadoras; cabe destacar que para el año 2025, se estima que el número de dispositivos conectados se incremente, es decir que alcance los 50000 millones de usuarios activos, de este modo se espera que la quinta generación de tecnologías móviles 5G conecte a personas, cosas, datos, aplicaciones, sistemas de transporte y ciudades en entornos de redes de comunicaciones inteligentes (UIT, 2019).

Dado que la adopción de la tecnología 5G se ha acelerado más rápido que cualquier tecnología móvil anterior, las redes comerciales 5G se han implementado en 61 países de todo el mundo, lo que representa un aumento del 80% desde enero de 2020. Los tres países principales que tienen la mayor cantidad de ciudades con 5G son China en 341, Estados Unidos con 279 y Corea del Sur con 85. El Reino Unido

ahora tiene 5G en 54 ciudades, seguido de cerca por España con 53 (Bnamericas, 2021).

En Ecuador, el número de líneas activas de Servicio Móvil Avanzado (SMA) fue de 15'779.221 abonados en el mes de marzo del 2020, debido a que las tres operadoras móviles del país ampliaron su cobertura celular en 107 parroquias, el objetivo es lograr el 98% de cobertura con redes 2G y 3G en el país; por otro lado, según el Ministro de Telecomunicaciones, Ecuador tiene que superar algunos retos previos para la inicialización de la red 5G, como asignar más espacio al espectro, además, la red 4G tiene un alcance del 46.34% en la actualidad en el país y la red 5G va a llegar de manera paulatina de la mano con la red 4G (Buenaño y Terán, 2020).

En tanto El Universo (2021), señala que otra preocupación es el costo del espectro radioeléctrico para implementar la 5G, debido a que es un factor fundamental para que se amplíe la red actual y se implemente la nueva tecnología. A esto se debe agregar que la tecnología 5G no puede dejar de coexistir con la 4G, porque la inversión en instalación en todas las áreas de la 5G representaría altos costos, en muchos casos innecesarios debido a que el consumo de energía en la 5G es muy superior que su antecesora ya que la capacidad eléctrica con la que cuenta el Ecuador en la actualidad, se encuentra debajo de los estándares requeridos para la 5G (Buenaño y Terán, 2020).

Si bien es cierto con el pasar de los tiempos en Ecuador ha coexistido un incesante desfase tecnológico al instante de adoptar tecnologías novedosas originando que la brecha digital en el país sea constante, sin embargo, el Ministerio de Telecomunicaciones (2021), en su Boletín Oficial No. 477 menciona que el Ecuador se acelera en su camino hacia la transformación digital de quinta generación, gracias al trabajo de la estatal CNT y la finlandesa Nokia escogida como el proveedor principal del 5G en el Ecuador, es así que a finales de abril 2021 se completaron las tres áreas experimentales de esta tecnología en el país: dos en Guayaquil y una en Manta, como paso previo a la llegada masiva de esta tecnología disruptiva que se convertirá en aliada clave del desarrollo del país.

En el cantón Bolívar, provincia de Manabí, de acuerdo al Censo de Población y Vivienda del INEC (2010), existe un total de 46.575 habitantes proyectados al año 2019, de los cuales los niños representan el 25,29%, adolescentes 12,28%, jóvenes con 21,07%, adultos con 34,27% y adultos mayores de 65 años o más el 7,09%, por otra parte, el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Bolívar (2015), menciona que 8 de cada 10 habitantes del cantón usan tecnología móvil, sin embargo uno de los problemas son la demanda por el uso de las tecnologías y acceso al conocimiento por Internet que genera inequidades sociales y educacionales debido a la baja conectividad en los sectores rurales y mediana en los sectores urbanos. Al momento, el cantón cuenta con tecnologías 2G hasta 4G y al analizar de forma global la evolución tecnológica del cantón se induce que todavía está en su fase inicial, a pesar de los esfuerzos sobre el uso y la ampliación de las tecnologías subyacentes existentes en el desarrollo de herramientas, aún queda mucho por descubrir e implementar en el sector de las telecomunicaciones.

Con base a lo expuesto, los autores se plantean la siguiente interrogante:

¿Cómo contribuir al mejoramiento del servicio móvil avanzado en el cantón Bolívar?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Ecuador ha experimentado un declive tecnológico continuo a medida que adopta nuevas tecnologías y una cobertura inadecuada, especialmente en las áreas rurales, esto ocasiona que se amplíe la brecha de acceso digital entre las regiones, lo que produce estar en desventaja debido a la falta de infraestructura disponible en comparación con otros países en términos del sector de servicios móviles avanzados. Con la adopción de la tecnología 5G, los ciudadanos podrán mejorar su velocidad de conexión a Internet, pues existirá mejor desplazamiento de red que asentirá un servicio más ágil y con menor latencia proporcionando que más dispositivos se conecten desde donde sea; mediante esta nueva generación se tiene como objetivo principal, constituir nuevas redes de comunicación que sirvan de motor para el Internet de las Cosas.

Esta propuesta se apoya en la información enmarcada en el Art. 3, en el numeral 1 de la Asamblea Nacional del Ecuador (2015), el cual establece como uno de los objetivos de la ley: “Promover el desarrollo y fortalecimiento del sector de las telecomunicaciones”, así mismo en concordancia con el numeral 6 se menciona: “Promover que el país cuente con redes de telecomunicaciones de alta velocidad y capacidad, distribuidas en el territorio nacional, que permitan a la población entre otros servicios, el acceso al servicio de Internet de banda ancha”.

La Constitución de la República del Ecuador considera al espectro radioeléctrico como un sector estratégico, en efecto es el Estado quien lo regula, controla y gestiona, además la Legislación de Telecomunicaciones Ecuatoriana lo ha definido como un recurso natural limitado y por lo tanto es inalienable e imprescriptible. Por otra parte, Qualcomm, la empresa productora de chips ha propuesto que los primeros modelos de teléfonos con 5G serán lanzados con un consumo de energía eficiente, lo que implica un impacto positivo al ambiente; este ahorro de batería se debe a que 5G permite que 4G también funcione y se active la nueva tecnología cuando el usuario necesite velocidades muy rápidas.

A nivel social, se prevé que las tecnologías 5G den un giro efectivo a los servicios que se le brindan a las personas, pues traerán consigo localidades inteligentes, vídeo 3D, servicios médicos a distancia, telemedicina, entre otros; con ello la productividad de los países se elevará a gran escala, algo que las redes 3G y 4G enfrentan día a día, además se espera que la quinta generación brinde sustento y control a aplicaciones para edificaciones y residencias.

En consecuencia, se espera que el impacto económico de la tecnología 5G en el PIB (Producto Interno Bruto) mundial en 2030 sea de 1,3 billones de dólares siendo el sector de salud y de atención socio sanitaria el más beneficiado con un crecimiento de 530.000 millones de dólares, el sector eléctrico con 330.000 millones de dólares, el consumo y medios de comunicación con 254.000 millones de dólares, el sector industrial con 134.000 millones de dólares y el sector financiero con 85.000 millones de dólares, convirtiendo a EEUU el país que mayor partido en términos de

crecimiento de la actividad obtendrá del 5G debido a sus avances tecnológicos y rápido crecimiento como potencia mundial (PwC, 2020).

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una propuesta de adopción de la tecnología 5G para la contribución al mejoramiento del servicio móvil avanzado en el cantón Bolívar.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Explorar los avances de la tecnología 5G y su impacto en Latinoamérica.
- Elaborar un diagnóstico situacional con respecto al nivel tecnológico del cantón.
- Determinar la factibilidad de adoptar la tecnología 5G en la localidad como una mejora viable al servicio móvil avanzado.
- Diseñar un plan de acción que contribuya a la adopción de la tecnología 5G en el cantón Bolívar.

### **1.4. IDEA A DEFENDER**

El plan de acción de la tecnología 5G mitigará los efectos colaterales generados a partir de la adopción de la nueva conectividad móvil contribuyendo al mejoramiento del servicio que se les brindan a los ciudadanos y proporcionando un giro efectivo al desfase tecnológico en el cantón Bolívar.

## **CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. TECNOLOGÍA 5G: BENEFICIOS Y CONTRIBUCIONES**

A nivel internacional, uno de los artículos más destacados para el objeto de estudio es el de Rao y Prasad (2018), titulado “Impact of 5G Technologies on Industry 4.0” en donde el objetivo fue analizar la evolución de la revolución industrial y las tecnologías que han impactado en su crecimiento. Se tiene la expectativa que 5G aporte un cambio significativo en movilidad y es uno de los principales impulsores del crecimiento de IoT (Internet of Things). Para el desarrollo de la investigación se estudió el progreso de las industrias desde la 1.0, 2.0, 3.0 y 4.0, siendo esta última la que implemente tecnología 5G.

Las funciones de 5G tiene velocidades de procesamiento datos de 10 Gb / s y posee el potencial de permitir una definición ultra alta de herramientas de realidad virtual y video, además de que su latencia de menos de 1 ms consiente aplicaciones de tiempo, es de 10 a 100 veces más rápido y tiene mayor capacidad que el 4G LTE en las redes actuales y es compatible con varios miles de millones de aplicaciones y cientos de miles de millones de máquinas (Rao y Prasad, 2018).

Los resultados arrojan que de acuerdo ABI Research, las aplicaciones de fabricación industrial concebirán más de \$138 millones de tarifas de conectividad móvil y satelital e IoT industrial; las conclusiones en esta investigación expresan que 5G aportará flexibilidad en las sistematizaciones industriales con su comunicación confiable más rápidas entre maquinaria, sensores y sistemas informáticos que resultan en tiempo real flexible, esto daría como resultado una mejora general de la productividad. La conectividad inalámbrica facilita la reconfiguración de las máquinas en las fábricas para cumplir demandas cambiantes. El costo de operación se reduce debido a sistemas fijos cableados más bajos al traer operaciones inalámbricas (Rao y Prasad, 2018).

Esta nueva tecnología traerá consigo el desarrollo de diversos sectores y el de las ciudades que adopten la 5G, una investigación realizada por Tang et al. (2021), titulada “A survey on the 5G network and its impact on agriculture: Challenges and

opportunities” tuvo como objetivo realizar un estudio completo sobre la tecnología 5G en el sector agrícola y analizar la necesidad del papel de la agricultura inteligente y de precisión. En el sector agrícola la red móvil 5G es adecuada para respaldar la agricultura inteligente al permitir una amplia cobertura, bajo consumo de energía, dispositivos de bajo costo y alta eficiencia de espectro. Con el pasar de los años se han realizado algunos proyectos en donde se ha probado avances de la 5G, como por ejemplo en el año 2018, el proyecto titulado Hands-Free Hectare reportó una cosecha exitosa; con más avances en la tecnología, se espera que 5G promueva la agricultura de precisión. A medida que se expande la cobertura 5G, los productores del sector agrícola son altamente beneficiosos, ya que brindan la capacidad de administrar granjas, ganado, etc., desde la comodidad de su hogar, gracias a su gran capacidad, alta velocidad de datos y baja latencia. A manera de conclusión, se indica que los costos de inversión para la agricultura inteligente se reducirán significativamente porque el uso de 5G será una bendición para los agricultores, quienes estarán bien equipados para una agricultura inteligente, con la capacidad de predecir y prevenir enfermedades de los cultivos utilizando sus teléfonos móviles; los operadores móviles generarán importantes contribuciones a la agricultura inteligente mediante la ampliación de su infraestructura física.

Existen más sectores beneficiados como la telemedicina, automotriz, manufactura, entre otros, como lo respalda la investigación titulada “The impact of 5G on the evolution of intelligent automation and industry digitization” de Attaran (2021), en donde el propósito de la investigación fue hacer una revisión de la literatura y explorar cómo 5G puede habilitar u optimizar la inteligencia y automatización en diferentes industrias. Este artículo revisa la evolución y el desarrollo de varias generaciones de cables móviles, revisa sus tecnologías habilitadoras clave, examina sus tendencias y desafíos, explora sus aplicaciones en diferentes industrias manufactureras y destaca su papel en la era de la conectividad ilimitada, la automatización inteligente y la digitalización de la industria.

Las redes 5G integrarán tecnología móvil, big data, IoT y computación en la nube, y generará una variedad de nuevas aplicaciones a medida que se implementa la tecnología. 5G apoyará portar dispositivos inteligentes, incluidos automóviles

autónomos, portátiles, telemedicina e Internet de las cosas (IoT). La idea de la telemedicina y los servicios 5G proporcionan una plataforma de salud móvil con ventajas como movilidad integrada y conectividad avanzada para que los médicos y enfermeras puedan lograr monitorear en cualquier lugar y en cualquier momento a sus pacientes. Los fabricantes de automóviles están compitiendo para mejorar la tecnología que impulsará coches autónomos. Las redes 5G permiten tal transformación de la industria automotriz, coches inteligentes que consumen mucho ancho de banda, requieren respuestas más rápidas de la red, y exigen conectividad continua, 5G admite mayor ancho de banda y menor latencia que permite que los autos inteligentes funcionen de manera eficiente. Como conclusión, el documento examinó los roles esenciales que desempeña la 5G en el éxito de diferentes industrias, incluida IoT, la industria automotriz, ciudades inteligentes y salud, además discutió cómo 5G es fundamental para la creciente digitalización de la industria y para los numerosos desafíos que las diferentes industrias manufactureras intentan enfrentarse en este panorama que cambia rápidamente. Finalmente, el documento presentó el papel crucial que desempeña la 5G a la hora de proporcionar una plataforma competente para apoyar la adopción generalizada de servicios de comunicaciones críticas y la conducción de la digitalización y automatización (Attaran, 2021).

## **2.2. COMPARATIVA ENTRE LAS TECNOLOGÍAS MÓVILES 4G Y 5G**

Para González y Salamanca (2016), autores del artículo “el camino hacia la tecnología 5G”, cuyo propósito es valorar los elementos claves en el desarrollo desde años recientes hasta la actualidad, hacen énfasis sobre la tecnología 5G en el cual mencionan que es la conexión dinámica existente entre todos los componentes que la conforman, ofreciendo diversidad de servicios y soluciones en redes heterogéneas, por medio de canales de transmisión desarrollados para tal fin.

En este sentido de acuerdo a una investigación realizada por los autores Fourati et al. (2021), la cual se centra en un estudio sobre los sistemas de redes 5G, donde se brinda una visión profunda sobre las tecnologías 4G Y 5G, se menciona que debido al potencial aumento del tráfico móvil y la rápida expansión de las

infraestructuras de comunicación, 4G no puede ya satisfacer las necesidades reales de los usuarios, por lo tanto las futuras redes 5G tendrán mejoras extraordinarias en la velocidad de datos, la capacidad del sistema, el consumo de energía y la conectividad masiva de dispositivos.

Para mejorar la calidad de servicios (QoS) y lograr la satisfacción del usuario, la generación 5G está emergiendo y se percibe que cumple con varios requisitos generales tales como: Admite una gran cantidad de dispositivos conectados de 10 a 100 veces mayor que 4G, la duración de la batería con la tecnología 5G para dispositivos es 10 veces mayor que 4G. Sin embargo es importante mencionar que no se puede dejar atrás las redes de 4G LTE ya que la mayoría de las tecnologías soportan este sistema y por tanto se debe pensar en los usuarios de este sistema (Anchundia et al., 2020).

**Tabla 2.1.** Comparativa entre las tecnologías móviles 4G y 5G.

| <b>Característica</b>          | <b>4G</b>    | <b>5G</b>           |
|--------------------------------|--------------|---------------------|
| <b>Velocidad</b>               | 100 Mbps     | 10Gbps              |
| <b>Latencia</b>                | 40ms         | De 4 a 1ms          |
| <b>Dispositivos conectados</b> | Millones     | Más de 100 billones |
| <b>Uso de batería</b>          | Alto consumo | Ahorro del 10%      |
| <b>Tiempo de Respuesta</b>     | Rápida       | 5 veces más rápido  |

**Fuente:** (Fourati et al., 2021).

## **2.3. LA TECNOLOGÍA 5G EN AMÉRICA LATINA**

El impacto de la tecnología 5G en Latinoamérica es inminente, para esto se hace un análisis a la investigación “Tecnologías emergentes, poderes en competencia y regiones en disputa: América latina y el 5G en la contienda tecnológica entre China y Estados Unidos” de los autores Colombo, López, y Vera (2021), la cual se centraliza en la disputa tecnológica entre Estados Unidos y la República Popular China, forjando insistencia en el impacto que la misma presenta a nivel latinoamericano, en efecto, se adoptó un visión cualitativa en donde se estudiaron algunos casos, entre ellos Brasil y Argentina, y se analizaron artículos, documentos y notas periodísticas. De lo cual se menciona que varios países como Argentina, Brasil, Colombia, Chile, México y Perú han comenzado las pruebas de adopción de 5G en sus territorios o se disponen a hacerlo con la utilización de equipamientos ofrecidos por Huawei, Nokia y Ericsson, mientras que Uruguay es por el momento, el único país que ya dispone de una red 5G en dos localidades con la intención de ser ampliada al resto de su territorio de la mano de la estatal Antel y de Nokia. Respecto a la difusión de la tecnología de quinta generación en la región, las perspectivas más optimistas predicen que ocurrirá en 2021 (Wallace, 2019, como se citó en Colombo et al., 2021), mientras que las más moderadas avizoran que se alcanzaría un 40% de cobertura recién en 2025 (Orellana; Covaliu, 2019, como se citó en Colombo et al., 2021). Esta investigación concluye que, a pesar de los altos intereses de la carrera estadounidense en torno a la adopción de la tecnología de Quinta generación en Latinoamérica, los países de la región no han colocado aún como prioridad este tema en sus agendas.

## **2.4. TELEFONÍA MOVIL EN EL ECUADOR: SERVICIO ACTUAL**

Un estudio hecho por el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (2018), en el cual manifiesta que el país, a mayo de 2018, contaba con 15'114.497 líneas activas, cabe mencionar que de estas líneas aproximadamente 6,2 millones pertenecen a (4G), de hecho en diciembre de 2014 cuando comenzó este servicio en el país, solo se contaba con 28.176 líneas, por lo que se puede evidenciar que Ecuador ha aumentado en los últimos años en servicios e infraestructura de telecomunicaciones.

Por otro lado, un estudio de la calidad de los servicios de telefonía móvil (CNT, Movistar y Claro), realizada por Mendoza (2019), cuyo objetivo era determinar el nivel de satisfacción y percepción de los servicios ofrecidos por las operadoras móviles a los usuarios, señala que constan 3 operadores móviles vigentes en el Ecuador, y según lo que afirma ARCOTEL (2019), son: Claro (Conecel S.A.) con un total de 8'036.850,00 usuarios, Movistar (Otecel S.A.) 4'582.050,00 usuarios y CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) con 2'495.597,00, toda esta información es proporcionada hasta mayo de 2018 por la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones; con esta referencia se concluye que Claro es la telefonía móvil con mayor número de clientes activos, seguida por las telefónicas Movistar y CNT.

**Tabla 2.2.** Operadores móviles del Ecuador.

| Operador        | Propietario       | Servicios                     | Tecnología y espectro   | % de mercado |
|-----------------|-------------------|-------------------------------|---|--------------|
| <b>Claro</b>    | América Móvil     | Telefonía y Banda Ancha Móvil | 850MHz–1900MHz<br>GSM; 850MHz–<br>1900MHz<br>UMTE/HSPA;<br>1700/2100 MHz<br>LTE | 53,6         |
| <b>CNT</b>      | Estado de Ecuador | Telefonía y Banda Ancha Móvil | 1900 MHz GSM;<br>1900 MHz UMTS /<br>HSPA; LTE<br>1700/2100MHz<br>700MHz         | 28,1         |
| <b>Movistar</b> | Telefónica        | Telefonía y Banda Ancha Móvil | 850MHz–1900MHz<br>GSM; 850MHz–<br>1900MHz<br>UMTE/HSPA;<br>1900MHz LTE          | 18,3         |

**Fuente:** (Mendoza, 2019).

## **2.5. INCOVENIENTES EN LA ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA 5G EN ECUADOR**

Ning et al. (2015), en su artículo denominado Cloud assisted HetNets toward 5G wireless networks, el cual tiene como objetivo adaptar la arquitectura HetNet asistida por la nube para realizar la 5G, teniendo como inconveniente de adopción el despliegue ultradenso de células pequeñas plantea un problema de costes para los operadores, como el coste de instalación de nuevos recursos y el consumo de energía será un problema crítico. También se podrían generar problemas de seguridad, por ejemplo, personas malintencionadas pueden manipular las células pequeñas, lo que pone en peligro el funcionamiento normal de la red. Además, el secuestro del tráfico de cuentas o servicios es otro gran riesgo para la seguridad. Por otra parte, dado que las células pequeñas pueden ser desplegadas por terceros o por usuarios, los usuarios malintencionados pueden desplegar fácilmente sus propias células pequeñas para comprometer la seguridad de los usuarios en la cobertura, realizando ataques de tipo man-in-the-middle. Además, teniendo en cuenta que la red se divide en un gran número de células pequeñas, la privacidad del usuario, como la privacidad de la ubicación, puede ser fácilmente revelada. Eficiencia energética: Con el despliegue a gran escala de células pequeñas, el consumo de energía será un problema crítico. Para hacer un uso eficiente de la energía y satisfacer al mismo tiempo los requisitos de rendimiento, es necesario un mecanismo de coordinación de células pequeñas asistido por la nube, que pueda determinar si la célula pequeña permanece activa o inactiva y cómo se puede equilibrar el tráfico en tiempo real.

Además, en el artículo Next generation 5G wireless networks: A comprehensive survey publicado por Agiwal et al. (2016), tiene como objetivo una revisión exhaustiva de la evolución hacia las redes 5G; muestra un inconveniente en la adopción 5G que es: La interferencia entre las macro celdas ya existentes y las celdas pequeñas (pico y femto) es un gran reto en la 5G. La densificación realizada por las HetNets exacerba las interferencias entre las células pequeñas y las macro células. Las señales de los usuarios de macro celdas pueden atravesar las celdas pequeñas y perturbar las señales de estos usuarios. Por tanto, la relación señal

interferencia más ruido (SINR) será menor debido a las interferencias, lo que afecta al rendimiento de la red y a la experiencia del usuario.

Alnoman y Anpalagan (2017), en su artículo “Towards the fulfillment of 5G network requirements: technologies and challenges”, tienen como objetivo hacer un estudio completo sobre la red 5G, arquitectura, tecnologías, retos y posibles soluciones; de los cuales destaca los retos de la comunicación Full-duplex (FD) es la mitigación de las auto interferencias (self-interference). La auto interferencia minimiza la ganancia de la transmisión FD, y una parte de la misma permanece en el sistema incluso con el uso de varios mecanismos de cancelación de la auto interferencia. Por otra parte, la interferencia entre las estaciones base (Base stations) es alta debido a las señales de alta potencia influenciadas por la pérdida del trayecto y la sombra, además de la interferencia entre los usuarios espacialmente cercanos. La gestión de la asignación de recursos, interferencias y potencia entre capas, la sincronización y el ajuste de tiempo durante el establecimiento de la transmisión FD y la selección de modo dinámico son otros retos que plantea la comunicación FD, a su vez las principales características de las futuras redes 5G son el rendimiento dinámico de la red, la capacidad de abarcar el número masivo de máquinas y usuarios, y los elevados requisitos de calidad de servicio para permitir la era del IoT. Varias técnicas, como el despliegue denso de células pequeñas, las comunicaciones D2D, la radio cognitiva, el MIMO y las ondas milimétricas, pueden proporcionar una alta eficiencia del espectro mediante la reutilización flexible y el uso compartido de los recursos de frecuencias. Además, hay que explotar la energía de forma eficiente adoptando técnicas inteligentes de control de potencia y utilizando recursos energéticos sostenibles. Por otro lado, la complicada y costosa gestión de la red puede facilitarse utilizando tecnologías como la virtualización de la red, las redes definidas por software y la computación en la nube.

En el trabajo hecho por Mena (2020), de la Universidad Autónoma de Occidente Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, muestra las ventajas y desventajas de la tecnología 5G remarcando que en el ámbito económico el adoptar la tecnología 5G tendrá un costo elevado, porque al utilizar frecuencias de radio más alta, tendrá un menor rango de cobertura, es por ello que las operadoras necesitan

instalar más antenas (nodos) en el país, lo que tomará más tiempo y dinero en poder dar una cobertura total; a su vez los usuarios tendrán un gasto económico considerable al tener que adquirir nuevos equipos como teléfonos, tabletas, computadores, entre otros; a su vez la quinta generación de tecnologías de telefonía móvil o tecnología 5G, ha causado diferentes posturas en el mundo, en donde ha circulado todo tipo de información que ha desviado su finalidad y han llegado a asociarla incluso con enfermedades crónicas y circulación de virus, como el Covid-19.

## **2.6. IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD POR EL USO DE TECNOLOGÍAS 5G: CASO ECUADOR**

De acuerdo a la investigación “Impacto en la productividad por el uso de tecnologías 5G en Ecuador” realizado por San Martín (2020), y apoyado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), se presentó un estudio en donde se comparó países que actualmente están liderando la adopción de la tecnología 5G, en el cual se buscó identificar patrones cuya factibilidad de implementación permitan ser replicados o complementar los ya existentes en Ecuador a manera que se pueda obtener el mayor beneficio de esta tecnología en las industrias del país.

En los resultados de la investigación, San Martín (2020), afirma que:

Se evidencia que Ecuador posee una clara comunicación sobre 5G (Ecuador Conectado) alineando su planificación a la estrategia país, llamada Ecuador Digital. Lo que también se evidencia es la falta de seguimiento de actividades en conjunto (gobierno-privados) que la sociedad pueda entender, comentar o ver de qué manera les beneficia a ellos o a la sociedad ecuatoriana. Se recomienda crear grupos de trabajo, que se realicen consultas a la comunidad tecnológica de Ecuador y que luego se defina una postura clara sobre la gestión de espectro hacia las industrias, por ejemplo, cómo 5G puede ayudar a potenciar la industria pesquera/camarones, entre otros grupos que se podrían predefinir u obtener interés por medio de consultas públicas. (p. 60)

En el estudio realizado se identificaron distintas industrias que contribuyen al desarrollo del Ecuador y el rol que cumplirá el Estado para potenciar esos grupos de trabajo. Por ejemplo, en la industria de Petróleo y Minería necesitan contar con más procesos eficientes que les otorguen mayor productividad, los cuales pueden ser satisfechos por la 5G, este sector representa un poco más del 7% del PIB del país. El sector de la Agricultura, Acuicultura y Pesca representa cerca del 9% del PIB de Ecuador y ven necesario la nueva tecnología debido a su baja latencia, gran uso de datos y alta velocidad. El sector Financiero representa cerca 4% del PIB de la nación, en donde mejorarán sus servicios de pagos móviles, reconocimiento facial o dactilar, biometría, pagos máquina a máquina, y muchos más. El sector Salud y Social ecuatoriano está representando por cerca del 9% del PIB en donde la 5G ayudará a la asistencia y monitoreo remotos, operaciones virtuales, etc. El sector de la Manufactura y Construcción constituye casi un cuarto del PIB nacional y el impacto positivo de la 5G será con servicios, aplicaciones o plataformas que ayuden a hacer más eficientes los procesos productivos, es decir con máquinas flexibles, robotizadas y automatizadas (San Martín, 2020).

El sector de entretenimiento, Turismo y eventos con la 5G espera brindar servicios de tiempo real, como por ejemplo en eventos masivos poder ofrecer reconocimiento facial para lo que se requiere baja latencia en ambos terminales de la conexión. La industria del Transporte y Logística espera aprovechar la conectividad portuaria incluyendo seguridad, monitoreo, grúas autónomas, logística, reducción de tiempo de tránsito en puerto, entre otros. En la Seguridad Pública se destaca que existe tecnología móvil implementada en ciertas zonas de Ecuador (Guayaquil y Manta), pero no se percibe aún el beneficio de la interconectividad entre los distintos sistemas de monitoreo y seguridad, por lo que la investigación recomienda incentivar a los desarrolladores de sistemas a conectar lo que aún no está conectado, es decir, darle paso a la IoT, conectando semáforos, ambulancia, bomberos, medios de transporte y más. En la industria Automotriz, se aspira un incentivo por el Gobierno a mejorar esta industria y con la 5G optimizar los servicios de mantenimiento de vehículos, pago de peajes en una sola cuenta, monitoreo errático de conducción, sincronización con semáforos, derivación de tránsito evitando congestión, seguridad vial, conducción preventiva, aviso de estado de pavimento, entre otros (San Martín, 2020).

Los acuerdos entre la empresa pública y privada para contribuir a la adopción de la 5G traerán mayor rapidez en el proceso, debido a que estas alianzas permiten aprovechar las bondades de cada institución y crear una sinergia para el beneficio de los países, en este sentido se destacan algunas alianzas que muestran un gran avance como por ejemplo 5GPPP con Europa, CBRS con Estados Unidos, 5G Forum con Corea del Sur, 5GMF con Japón, entre otras, estas alianzas pueden incluir a las embajadas, municipios y universidades. Para el caso de Ecuador, San Martín (2020), recomienda “crear comités de trabajo con claros entregables por cada industria. Algunas industrias deberán tener un rol más activo: minería, agricultura-pesca, salud; mientras que otras deberán ser motivadas a transformarse en línea con los desafíos tecnológicos globales: turismo y servicios” (p. 61). Otra de las recomendaciones de este estudio es que se inviten a las organizaciones gremiales o industriales particulares a que expongan su posición y expectativas de la 5G, expresando qué necesitan y cómo se beneficiarían con esta nueva tecnología, de esta forma las operadoras telefónicas pueden tener un mejor enfoque de contribución a las industrias.

Finalmente, en este estudio el autor concluye que “es necesario crear formalmente el Plan 5G Ecuador, enfocar el plan comunicacional hacia la ejecución de las propuestas del programa Ecuador Digital, de manera tal que se comuniquen y consoliden, en forma creíble y actualizada, los esfuerzos públicos y privados, con un plan y objetivos claros hacia la agenda digital e Industrias 4.0.” (San Martín, 2020, p. 3). Por lo tanto, visto desde cualquier punto, esta nueva tecnología colocará al país en un mejor estado tecnológico del que se encuentra actualmente, sin embargo, no hay que olvidar los bajos niveles de adopción de la 5G y la capacidad de innovación del Ecuador considerándose como una debilidad que puede llevar a crear brechas en el aprovechamiento de esta tecnología.

## **CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO**

Este estudio se realizó en el Cantón Bolívar el cual está ubicado en el sector oriental de la Provincia de Manabí y se divide en dos parroquias rurales de nombres Quiroga y Membrillo y una parroquia urbana Calceta. El trabajo tuvo como objetivo general desarrollar una propuesta de adopción de la tecnología 5G para la contribución al mejoramiento del servicio móvil avanzado en el cantón Bolívar y para cumplir con este objetivo se aplicaron métodos como la revisión sistemática, 5W2H y técnicas como la estadística descriptiva, los cuales fueron utilizados en las cuatro fases que se definen a continuación:

### **3.1. EXPLORAR LOS AVANCES DE LA TECNOLOGÍA 5G Y SU IMPACTO EN LATINOAMÉRICA**

En el desarrollo de la investigación se aplicó la revisión sistemática, la cual sirvió para explorar investigaciones que fundamentan el avance y el impacto de la tecnología 5G en Latinoamérica, detallando el alcance de esta tecnología y su presencia en los países de la región. La revisión sistemática es un resumen claro y estructurado de la información disponible orientado a responder y sustentar el objeto de estudio con múltiples artículos y fuentes de información (Moreno et al., 2018).

### **3.2. ELABORAR UN DIAGNÓSTICO SITUACIONAL CON RESPECTO AL NIVEL TECNOLÓGICO DEL CANTÓN**

Se hizo uso de herramientas móviles para medir la cobertura en el cantón; para evaluar la estabilidad de llamadas se utilizó la aplicación móvil "Información de señal de red" y para medir la subida y bajada de datos se ejecutó la aplicación "OpenSignal". Además, se manejó la técnica de la estadística descriptiva para organizar y presentar los datos de una manera gráfica en el diagnóstico situacional. De esta forma es importante indicar que "la estadística descriptiva es aquella que describe el comportamiento de los datos estadísticos, se ocupan de la recolección, organización, reducción, tabulación y presentación de la información" (Álvarez y Barreda, 2020).

### **3.3. DETERMINAR LA FACTIBILIDAD DE ADOPTAR LA TECNOLOGÍA 5G EN LA LOCALIDAD COMO UNA MEJORA VIABLE AL SERVICIO MÓVIL AVANZADO**

La propuesta de la adopción de la tecnología 5G en el cantón Bolívar se describe como un planteamiento tecnológico avanzado en donde se buscó realizar un estudio de factibilidad con la información recabada en las fases anteriores. Fue de suma importancia hacer uso de la herramienta gratuita Google Earth para poder identificar y representar las antenas en el territorio del cantón Bolívar, estas antenas fueron identificadas a través de la aplicación móvil “Antenas de Celular”.

Este estudio de factibilidad tuvo aristas como la factibilidad operacional, factibilidad técnica, factibilidad legal y factibilidad económica, de tal forma que la premisa con la llegada del 5G sea la creación de beneficios para el cantón Bolívar y sus habitantes. Se estudió la factibilidad operacional para identificar el compromiso y apoyo de las autoridades locales en la adopción de la tecnología 5G; la factibilidad técnica para tomar en cuenta la arquitectura de red SDN la cual permite que la red sea controlada por medio de software; la factibilidad legal para considerar el espectro radioeléctrico el cual es estimado por la Constitución como un sector estratégico, por tanto, el Estado es quién lo administra, regula, controla, y gestiona; y en la factibilidad económica el Estado y empresas privadas de telefonías interesadas deben invertir en cambios para la implementación de la infraestructura y equipos adecuados para que sea posible el desarrollo de 5G en el cantón (Cedeño, 2020).

### **3.4. DISEÑAR UN PLAN DE ACCIÓN QUE CONTRIBUYA A LA ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA 5G EN EL CANTÓN BOLÍVAR**

Para elaborar el plan de acción se utilizó el instrumento metodológico 5W2H, el cual sirvió para dirigir de manera adecuada la realización del plan de acción y sus elementos principales para contribuir con un entregable profesional. Este método es fundamental para las instituciones y la resolución de problemas porque elimina muchas dudas sobre tareas o procesos internos a seguir, debido a que con esto se acelera el cumplimiento de las actividades, aportando más eficiencia y productividad en su accionar (Nagyova et al., 2015).

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. EXPLORAR LOS AVANCES DE LA TECNOLOGÍA 5G Y SU IMPACTO EN LATINOAMÉRICA**

En este apartado se realizó una revisión sistemática sobre la adopción e impacto de la Tecnología 5G, en América Latina, en donde se pudo recopilar información significativa para el desarrollo del mismo; desde una perspectiva más general se entiende que el despliegue de la 5G no será una labor sencilla, ya que existen factores involucrados, tales como los gobiernos y sus reguladores, operadoras móviles, fabricantes de redes, pero en gran parte depende de la infraestructura existente, de hecho en algunos países de América Latina, uno de los mayores problemas es que no alcanzan una cobertura ideal de redes 4G.

Además a esto se suma que para la adopción de la tecnología de quinta generación en Latinoamérica, algunos países de la región no han colocado aún como prioridad este tema en sus agendas, de hecho en Guatemala la Superintendencia de Telecomunicaciones del país centroamericano suspendió temporalmente, desde junio de 2006, todos los procesos para asignación de frecuencias reguladas en el rango de 3,0 a 4,0 GHz, lo que interfiere en la asignación de las bandas que podrían usarse para el despliegue de la tecnología 5G (ChipSet, 2021), esta información fue obtenida de manera bibliográfica y se evidencia en la Tabla 4.1.

En efecto implementar esta tecnología requiere de una gran inversión pública y privada, por lo que hay que entender que los países latinoamericanos se están enfocando en consolidar la cobertura de la tecnología del 4G para prepararse eventualmente para lanzar la de quinta generación. Hay otros países como Brasil, México, Uruguay y Chile donde se han hecho más avances.

**Tabla 4.1.** Avances de la tecnología 5G en América Latina.

| Avances de la tecnología 5G en América latina |   |  |   |   |                  |
|---|---|--|---|---|------------------|
| Países  | Implementación  | Avance Tecnológico   | Despliegue de la red 5G   | Alcance   | Autor/es         |
| <b>Argentina</b>                              | “En 2017, el país inició con las primeras pruebas 5G, impulsadas por el Ente Nacional de Comunicaciones (Enacom)”.  | “En febrero del 2021 la operadora, Telecom (Personal) Ubicó sus primeras 10 antenas en servicio, 5 en Buenos Aires (en conjunto con Huawei) y 5 en Rosario (con Nokia)”.   | “Esta pequeña red instalada en Argentina usa la tecnología Dynamic Spectrum Sharing, que permite implementar 5G en las bandas existentes sobre las que ya funciona 4G, con un impacto mínimo sobre los servicios actuales”. | “En Argentina, se espera que la tecnología llegue después de 2022 o 2023. En el año 2018, Personal junto a Nokia probaron en Puerto Madero el alcance del 5G el que alcanzó velocidades de 10 Gbps”.  | (ChipSet, 2021)  |
| <b>Brasil</b>                                 | “En diciembre de 2020, Claro Brasil inauguró un proyecto piloto 5G para la agroindustria con equipos del gigante chino Huawei. La iniciativa, que fue de carácter experimental y se centró en el Internet de las cosas (IoT), se realizó en la banda de 3.5 GHz con una licencia temporal válida por un año”. | “En julio pasado, la filial brasileña de Slim, Claro, fue una de las cuatro primeras empresas que lanzaron un servicio comercial con la tecnología de intercambio dinámico de espectro (DDS, por sus siglas en inglés) y el proveedor Ericsson”. | “Brasil es el país de la región con la mayor cantidad de despliegues de la quinta generación de tecnologías de telefonía móvil, con tres redes operadas por Claro Brasil, Oi y Telefónica Brasil”.                          | “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). Brasil estaría cubierto con 5G en diciembre del 2029”. | (Statista, 2021) |

|                 |  |  |  |  |                 |
|-----------------|--|--|--|--|-----------------|
| <b>Chile</b>    | <p>“En diciembre de 2017, Claro realizó una prueba de 5G en la banda de 26 GHz de Chile con el proveedor Nokia”.</p> | <p>“A finales de enero del 2021, Chile habilitó la primera zona 5G en Latinoamérica, un área de 5,5 kilómetros en Santiago con hospitales, colegios, comercios, oficinas y hogares. En estos lugares se busca mostrar el impacto que tendrá la nueva red en las ciudades”.</p> | <p>“En febrero de 2021, la empresa Claro obtuvo 400 MHz de espectro en la banda de 26 GHz en la primera licitación de frecuencias para el despliegue de la tecnología de quinta generación en el país sudamericano”.</p> | <p>“La meta para los operadores beneficiados durante el concurso público –Entel, Movistar y Wom– es que el servicio en general entre en operación en un plazo no superior a los 3 años; pero el 88 % de las capitales regionales debería estar cubierto en 18 meses”.</p>      | (Parra, 2021)   |
| <b>Colombia</b> | <p>“En noviembre de 2020 Claro lanzó una prueba de red 5G en colaboración con Nokia”.</p>                            | <p>“El piloto, el más grande del país hasta entonces, se implementó para probar el estándar de red en sectores como la educación, las ciudades inteligentes y aplicaciones de salud por la pandemia de Covid-19 en la banda de 3.5 GHz”.</p>                                   | <p>“Colombia se concentra en la implementación de la red 4G en todo el territorio nacional, pues esta tecnología solo se ha impuesto en las capitales y en unas pocas regiones”.</p>                                     | <p>“En el país, los operadores y otros actores adelantan pruebas piloto con el aval del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Ministerio TIC), pero una licitación y la llegada de los planes comerciales de 5G no tienen una fecha definida”.</p> | (ChipSet, 2021) |

|                    |  |   |  |  |                                    |
|--------------------|--|---|--|--|------------------------------------|
| <b>Costa Rica</b>  | <p>“En 2019, Claro anunció que iniciaría la fase de pruebas técnicas de la tecnología de quinta generación en este país centroamericano”.</p>  | <p>“El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT) emitió un pronunciamiento en el que asegura que el proceso hacia la tecnología 5G avanza a paso firme y que desde 2018 desarrolla una hoja de ruta”.</p> | <p>“El plan está avanzando para el desarrollo del servicio 5G en Costa Rica, incluso se espera que el estado este año inicie el proceso de la licitación de este tipo de telecomunicaciones”.</p>                                | <p>“Es probable que la opción de 5G esté disponible para el año 2022. Se espera que para el 2025 ya estarán concesionadas las redes”.</p>      | (Parra, 2021)                      |
| <b>El Salvador</b> | <p>“En el año 2020, ya se contaba con cobertura 4.5G en algunas zonas de la capital de El Salvador, en La Libertad, en San Miguel y Santa Ana, sin embargo, aún no se ha implementado la tecnología 5G en dicho país”.</p> | <p>“De hecho, el 5G es uno de los temas planteados en el Encuentro Nacional de la Empresa Privada (Enade 2019) en el Salvador, ya que el país aún opera con la red 3G”.</p>   | <p>“El documento Enade 2019 traza una hoja de ruta para lograr la cobertura total de 4G en todo el territorio salvadoreño en un período entre 3 y 4 años, para iniciar el despliegue del 5G a partir de los años 2023-2024”.</p> | <p>“El CEO de Tigo El Salvador, mencionó que los usos que la población le dé al 4.5G serán la preparación de la hiperconectividad con 5G”.</p> | (Bertolini, 2020; Hernández, 2019) |

|                  |  |  |   |   |  |
|------------------|--|--|---|---|--|
| <b>Ecuador</b>   | <p>“A través de CNT y la compañía Huawei hicieron la primera prueba experimental y precomercial de la tecnología 5G en Quito, el 18 de julio de 2019. El 12 de septiembre del mismo año, la empresa Claro también realizó una prueba de tecnología 5G en Guayaquil, que la calificó como exitosa”.</p> | <p>“Gracias al trabajo de la estatal CNT y la finlandesa Nokia escogida como el proveedor principal del 5G en el Ecuador, es así que en abril del 2021 se completaron las tres áreas experimentales de esta tecnología: dos en Guayaquil y una en Manta”.</p>                                | <p>“El ministro de Telecomunicaciones, Andrés Michelena, junto a Marta Moncayo, Gerente de CNT, anunciaron el despliegue mediante una videollamada 5G. La llamada iba direccionada al embajador de Finlandia en Perú, Jukka Pietikainen, y Juan Pablo Lopez, Gerente de Nokia para Ecuador, Perú y Bolivia”.</p>                | <p>“En 2023, la tecnología para 5G estará desarrollada en Ecuador, según el Mintel. Aunque si bien se han realizado tres pruebas de conectividad de la tecnología 5G en el país, hasta el momento no hay indicios de que en un futuro inicie su operación comercial”.</p> | <p>(Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2021)</p> |
| <b>Guatemala</b> | <p>“El panorama del mercado en Guatemala, no es el más avanzado, aún falta mucho camino por recorrer”.</p>   | <p>“Un estudio titulado -Una aproximación a la brecha digital en Guatemala-, publicado por Prensa Libre en el 2019, señala que solo la mitad de la población aún usaba celulares de segunda generación (2G), y 6 de cada 10 tenían un celular 3G, pero no conectado a una red de datos”.</p> | <p>“La Superintendencia de Telecomunicaciones del país centroamericano suspendió temporalmente, desde junio de 2006, todos los procesos para asignación de frecuencias reguladas en el rango de 3,0 a 4,0 GHz, lo que interfiere en la asignación de las bandas que podrían usarse para el despliegue de la tecnología 5G”.</p> | <p>“Guatemala podría ser uno de los países latinoamericanos en los que la llegada de 5G tome más tiempo”.</p>   | <p>(ChipSet, 2021)</p>   |

|                 |  |  |   |  |                      |
|-----------------|--|--|---|--|----------------------|
| <b>Honduras</b> | <p>“En el año 2019, la empresa de tecnología Huawei, informo que se habían comenzado las primeras pruebas con los operadores de telecomunicaciones de Honduras para implementar la tecnología 5G en el país”.</p>  | <p>“Los equipos 4G con la que cuentan los operadores en el país ya están listos para soportar 5G por lo que no tendrán que realizar más inversiones”.</p>  | <p>“En la zona centroamericana existen dos países con pruebas experimentales con la tecnología 5G (Costa Rica y Honduras), adicionalmente no se evidencias políticas formales y/o planes que permitan a los países conllevar una acción”.</p> | <p>“Se espera que durante los próximos tres años, Millicom, empresa de servicios móviles en América Latina, invierta 135 millones de dólares para modernizar las redes móviles de Honduras”.</p> | (Pérez, 2019)        |
| <b>México</b>   | <p>“El 23 de marzo de 2021, Nokia anunció que concluyó un ensayo con TV Azteca usando 100 MHz de espectro en la frecuencia de 3,5 GHz. Y un análisis realizado con la herramienta Speedtest ha permitido determinar que en algunas zonas de la capital los teléfonos habilitados para 5G han captado señales de muy alta velocidad en la red de Telcel”.</p> | <p>“No hay información oficial con respecto a que haya una red 5G de Telcel operando en la zona o sobre el hecho de que los equipos con los que se ha captado la señal tengan las condiciones (al menos una SIM) que habiliten el acceso a esta nueva tecnología”.</p> | <p>“El despliegue y adopción total de 5G en México podría esperarse para 2023 o 2024”.</p>  | <p>“Se estima que la cobertura de 5G podría llegar al 50 % en 2025, según el informe ‘Mobility Report 2020’, realizado por Ericsson”.</p>  | (Arias et al., 2021) |

|                  |  |  |  |  |                        |
|------------------|--|--|--|--|------------------------|
| <b>Nicaragua</b> | <p>“A principios de agosto del 2020, la nueva directora del Instituto Nicaragüense de Telecomunicaciones y Correos (Telcor) Nahima Díaz, anunció que - Nicaragua se encuentra lista para hacer una transición a la tecnología de quinta generación (5G)-”.</p> | <p>“Hasta el momento las compañías telefónicas que operan en Nicaragua solo ofrecen internet móvil 4G”.</p>              | <p>“Desde agosto de 2021, los usuarios de Nicaragua comenzaron a tener acceso a un mayor ancho de banda y mayor velocidad en los servicios móviles, gracias a la llegada de la red 4.5G LTE de Claro”.</p> | <p>“Con el lanzamiento de 4.5G se espera hacer una transición a la tecnología 5G de telefonía móvil en los próximos años”.</p>   | (Mayorga et al., 2021) |
| <b>Paraguay</b>  | <p>“Los países de la Guayana, Paraguay, Venezuela no cuentan con registros en pruebas 5G”.</p>   | <p>“Paraguay aún no cuenta con un gran avance en el desarrollo de 5G principalmente en términos de infraestructura”.</p> | <p>“En términos de pruebas de despliegue 5G; Guyana, Paraguay, Venezuela y la Guyana Francesa no se documentan aún pruebas experimentales”.</p>  | <p>“Paraguay quiere desplegar 5G en 2024 y para ello delineó un plan estratégico, en el que se prevé la explotación de los servicios de telecomunicaciones. Con todo, la previsión de este plan es ambiciosa, entre otros indicadores, porque espera pasar a contabilizar 511 localidades cubiertas con 5G en 2024 y, un año más tarde, totalizar las 1012”.</p> | (Mayorga et al., 2021) |

|                    |   |   |  |   |                  |
|--------------------|---|---|--|---|------------------|
| <b>Perú</b>        | <p>“El 9 de marzo de 2021, Claro lanzó su primera oferta comercial del servicio de Internet inalámbrico residencial 5G en Lima, por lo que se convirtió en el primer operador en comercializar la tecnología de quinta generación en el país andino”.</p> | <p>“Adicionalmente, el operador Claro informó que la actualización a iOS 14.5 habilitará el 5G NSA en los iPhone que tengan contratados sus servicios en Perú”.</p> | <p>“En Abril del 2021, luego de que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) autorizara el despliegue comercial de 5G para servicios móviles, Claro anunció que los equipos Redmi Note 9T y Mi 10T Pro de Xiaomi son los primeros que cuentan con tecnología de quinta generación en el mercado peruano”.</p> | <p>“El 5G fijo de Claro llegará a unas 100 provincias, mientras que Entel operará en Arequipa, Ica, Callao, Lambayeque, La Libertad y Lima, según información publicada por El Comercio”.</p> | (Parra, 2021)    |
| <b>Puerto Rico</b> | <p>“La implementación de 5G está entre los planes de evolución de América Móvil en la región y ya se están haciendo las pruebas en Puerto Rico, de hecho, en noviembre de 2018, Claro realizó una prueba 5G en la banda de 28 GHz”.</p>                   | <p>“En Puerto Rico ya se han realizado 4 lanzamientos comerciales de operadores, gracias al proveedor Erickson”.</p>  | <p>“En noviembre de 2020, se constató un total de dos despliegues comerciales de la tecnología 5G en Puerto Rico”.</p>   | <p>“Se espera que para el 2025 exista una mayor cobertura de esta tecnología en el país de Puerto Rico”.</p>  | (Statista, 2021) |

|                  |  |   |   |   |  |
|------------------|--|---|---|---|--|
| <b>Uruguay</b>   | <p>“En 2020, tras la autorización de la Unidad Reguladora de Servicios de comunicaciones (Ursec), Claro comenzó a realizar pruebas 5G en la banda de 26 GHz de Uruguay”.</p> | <p>“La realidad es que a finales de 2020 había entre 10 y 12 antenas distribuidas en 3 de los 19 departamentos del país”.</p> | <p>“En la región, a Uruguay se le reconoce como el primer país de la región en comenzar el despliegue de la infraestructura de 5G”.</p>         | <p>“Uruguay cuentan con el espectro liberado en el rango de 3,5 GHz”.</p>   | <p>(Arias et al., 2021)</p>                  |
| <b>Venezuela</b> | <p>“Venezuela y la dependencia de la Guyana Francesa no cuentan con registros en pruebas 5G”.</p>  | <p>“Venezuela no cuenta con un gran avance en el desarrollo de 5G principalmente en términos de infraestructura”.</p>         | <p>“En términos de pruebas de despliegue 5G; Guyana, Paraguay, Venezuela y la Guyana Francesa no se documentan aún pruebas experimentales”.</p> | <p>“El país tiene una penetración móvil apenas superior al 60 por ciento y solo el 18 por ciento de la base es 4G”.</p> | <p>(Larocca, 2020; Mayorga et al., 2021)</p> |

**Elaboración:** Los autores.

Como se puede observar en la Tabla 4.1, aunque la adopción de las redes 5G mejora con pasos firmes en algunos países de América latina, al proceso todavía le quedan algunos meses por delante en el mejor de los casos, sin embargo, eso no ha impedido que varios fabricantes brinden desde ya dispositivos que están habilitados para aprovechar los beneficios de esta tecnología.

El éxito de la tecnología 5G para un auge en Latinoamérica depende en su mayoría del Gobierno y sus regulaciones nacionales que permitan el correcto acceso, y bajo las condiciones apropiadas, la buena adjudicación del espectro radioeléctrico, dando un enfoque más técnico y no político, en este sentido los gobiernos y los responsables de formular las políticas de América latina han mostrado diferentes niveles de compromiso, ejecución y éxito en sus planes y políticas, además de acuerdo con las agendas digitales de los países de la región, se espera que la conectividad siga creciendo en los próximos años.

Todo esto deja en claro, que el 5G viene a impactar positivamente la productividad en la región, sin embargo, países como Guatemala aun mira de lejos la llegada de esta tecnología, de hecho, podría ser uno de los países latinoamericanos en los que la llegada de 5G tome más tiempo, por su parte Ecuador posee niveles muy bajos de adopción tecnológica y capacidad de innovación, lo cual podría conllevar a brechas para aprovechar las bondades de 5G.

Por otra parte, GSMA Latin America (2020), señala que para el 2022, habrá 15 millones de conexiones 5G en la región, y como esta no es una tecnología exclusiva para servicios móviles, su auge también estará impulsado por dispositivos IoT (Internet de las Cosas), que según la misma entidad llegará a 1.200 millones de conexiones en 2025.

## **4.2. ELABORAR UN DIAGNÓSTICO SITUACIONAL CON RESPECTO AL NIVEL TECNOLÓGICO DEL CANTÓN**

La elaboración del diagnóstico situacional con respecto al nivel tecnológico del cantón Bolívar fue considerado como el punto de partida para diseñar el plan de acción como una propuesta en la adopción de la tecnología 5G. Como herramienta de planificación, el diagnóstico situacional se emplea en diversas disciplinas y, en este caso, para el desarrollo de la localidad, sus habitantes y las industrias. Al nivel tecnológico, como estrategia de desarrollo territorial, este diagnóstico situacional permitió obtener una visión clara del entorno actual en el cual se desea intervenir.

### **4.2.1. ÁMBITO TECNOLÓGICO**

A continuación, se presenta el diagnóstico situacional tecnológico desarrollado en el cantón Bolívar, provincia de Manabí, Ecuador. Para el desarrollo de este diagnóstico se empleó la técnica de la estadística descriptiva de los datos oficiales proporcionados por el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) en el año 2010, ya que no se ha realizado otro censo nacional debido a la pandemia COVID-19; estos datos permitieron conocer las potencialidades, necesidades y precarias condiciones tecnológicas de los habitantes del cantón Bolívar.

#### **- USO DE INTERNET**

En lo que corresponde al uso del internet en el cantón Bolívar, según el análisis del Instituto Nacional de Estadística y Censos en el año 2010, en una población de 5 y más años de un total de 36.831 habitantes, en los últimos 6 meses en la parroquia Membrillo solo 89 personas usaron el internet, mientras que, en la parroquia Calceta cabecera cantonal, de 30.208 personas solo 3.547 accedieron a internet. Sin embargo, revisando el análisis, en la ciudad de Portoviejo se observa que en ese mismo estudio 50.840 personas usaron internet y 121.482 personas no lo hicieron (INEC, 2010). Estos resultados demuestran la realidad con respecto al uso del internet en el cantón, el cual se encuentra por debajo de los cantones vecinos, lo que permite afirmar que así mismo, el acceso a libros, artículos, revistas, blogs, bibliotecas digitales y todo tipo de información en tiempo real era escasa y

solamente podía ser accesible por quienes disponían de los recursos tecnológicos y económicos para su acceso.

**Tabla 4.2.** Uso de Internet en el cantón Bolívar.

| Parroquias   | Si           | No            | Se ignora    | Total         |
|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| Calceta      | 3.547        | 22.429        | 4.232        | 30.208        |
| Membrillo    | 89           | 2.186         | 888          | 3.163         |
| Quiroga      | 844          | 2.116         | 500          | 3.460         |
| <b>Total</b> | <b>4.480</b> | <b>26.731</b> | <b>5.620</b> | <b>36.831</b> |

Fuente: (INEC, 2010).

#### - DISPONIBILIDAD DE INTERNET

Seguendo el mismo análisis, es necesario mostrar la disponibilidad de internet en los hogares del cantón Bolívar, en donde se logra destacar que, en Calceta de 8.122 hogares, solo 328 disponían de internet, mientras que, en la parroquia Quiroga de 709 hogares, solo 18 disponían de este servicio, lo que provocaba un problema al momento de realizar actividades que requerían del acceso a la red, específicamente en los estudiantes de educación media y superior. Un dato desalentador también se vivía en el cantón Junín, que, de 4.792 hogares solo 128 disponían de internet (INEC, 2010). Esta situación gracias al aporte e inversión de los proveedores del servicio de internet ha mejorado con el pasar de los años y ahora se puede acceder a este servicio de una manera más rápida debido al despliegue de antenas que pueden llegar hasta la ruralidad, incluso con facilidades de pago.

**Tabla 4.3.** Disponibilidad de Internet en los hogares del cantón Bolívar.

| Parroquias   | Si         | No           | Total        |
|--------------|------------|--------------|--------------|
| Calceta      | 328        | 7.794        | 8.122        |
| Membrillo    | 11         | 810          | 821          |
| Quiroga      | 18         | 691          | 709          |
| <b>Total</b> | <b>357</b> | <b>9.295</b> | <b>9.652</b> |

Fuente: (INEC, 2010).

#### - DISPONIBILIDAD DE COMPUTADORA

La disponibilidad de computadora en los hogares del cantón Bolívar según el estudio del Instituto Nacional de Estadística y Censos, demuestra que, en Membrillo

solo 9 hogares disponían de computadora, en Quiroga 46 hogares y en Calceta 878 hogares. En este mismo estudio es importante mencionar que en el cantón Tosagua, de un total de 9.514 hogares, solo 531 disponían de computadora (INEC, 2010). El uso de esta máquina electrónica es de gran relevancia para muchos habitantes desde estudiantes, profesionales, empresarios y personal de servicios, debido a que permite la realización de múltiples objetivos para el aprovechamiento de la automatización de procesos, destacando el acceso a la información y el libre aprendizaje de herramientas informáticas para mejorar las tareas y procedimientos relacionados.

**Tabla 4.4.** Disponibilidad de computadora en los hogares del cantón Bolívar.

| Parroquias   | Si         | No           | Total        |
|--------------|------------|--------------|--------------|
| Calceta      | 878        | 7.244        | 8.122        |
| Membrillo    | 9          | 812          | 821          |
| Quiroga      | 46         | 663          | 709          |
| <b>Total</b> | <b>933</b> | <b>8.719</b> | <b>9.652</b> |

Fuente: (INEC, 2010).

#### - TELÉFONO CONVENCIONAL

En el caso de la disponibilidad del teléfono convencional, en el cantón Bolívar tenía relativamente buena apertura en el tiempo en que se realizó este estudio, en donde 860 hogares tenían teléfono fijo y 8.792 hogares no lo tenían. En contraparte a esto, se puede mostrar que en el cantón Tosagua de un total de 8.920 hogares, solo 594 disponían de este servicio (INEC, 2010). El teléfono convencional es la línea de comunicación fija en un hogar, el cual se conecta mediante cable o fibra óptica, a diferencia de un teléfono celular que se conecta mediante ondas de radio.

**Tabla 4.5.** Disponibilidad de teléfono convencional en los hogares del cantón Bolívar.

| Parroquias   | Si         | No           | Total        |
|--------------|------------|--------------|--------------|
| Calceta      | 794        | 7.328        | 8.122        |
| Membrillo    | 13         | 808          | 821          |
| Quiroga      | 53         | 656          | 709          |
| <b>Total</b> | <b>860</b> | <b>8.792</b> | <b>9.652</b> |

Fuente: (INEC, 2010).

## - TELÉFONO CELULAR

La disponibilidad de teléfonos celulares en el cantón Bolívar de acuerdo al estudio citado se representa de la siguiente manera: en la parroquia Calceta, 5.332 hogares disponían de teléfono celular, en la parroquia Membrillo disponían 459 y en la parroquia Quiroga, 517 hogares disponían de teléfono celular. Por otra parte, este mismo estudio revela que en la parroquia de Portoviejo, 45.050 hogares disponían de teléfono celular y en la parroquia Pueblo Nuevo, 525 hogares disponían de este dispositivo móvil (INEC, 2010). Es importante mencionar que la disposición de un teléfono móvil en los hogares es de gran beneficio, debido a que permite la comunicación efectiva, instantánea y mucho más precisa, ya que al ser un dispositivo inalámbrico facilita la transportación o portabilidad en cualquier parte del mundo, y a más de conectarse mediante ondas de radio, también existen celulares que se conectan mediante satélite.

**Tabla 4.6.** Disponibilidad de teléfono celular en los hogares del cantón Bolívar.

| Parroquias   | Si           | No           | Total        |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Calceta      | 5.332        | 2.790        | 8.122        |
| Membrillo    | 459          | 362          | 821          |
| Quiroga      | 517          | 192          | 709          |
| <b>Total</b> | <b>6.308</b> | <b>3.344</b> | <b>9.652</b> |

Fuente: (INEC, 2010).

## - DISPONIBILIDAD DE TV CABLE

La televisión por cable en los hogares ha sido de gran ayuda para los sectores en donde no reciben una buena señal abierta, justamente en el estudio del Instituto Nacional de Estadística y Censos se evidencia que, en la parroquia Calceta de 8.122 hogares, 1.038 disponían de televisión por cable, este estudio permite hacer una comparativa con la adquisición de televisión por cable en otras parroquias aledañas, como por ejemplo en la parroquia Ángel Pedro Giler (La Estancilla), que de un total de 1.595 hogares, solo 122 disponían de televisión por cable (INEC, 2010). La forma de visualizar la televisión en los hogares ha venido evolucionando con el pasar del tiempo, antes era más común adquirir la señal por cable, sin embargo, la señal vía satélite ha brindado mejores beneficios y costos más bajos, inclusive actualmente se encuentra en mayor demanda la televisión por streaming que es distribuida mediante internet.

**Tabla 4.7.** Disponibilidad de tv cable en los hogares del cantón Bolívar.

| Parroquias   | Si           | No           | Total        |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Calceta      | 1.038        | 7.084        | 8.122        |
| Membrillo    | 72           | 749          | 821          |
| Quiroga      | 117          | 592          | 709          |
| <b>Total</b> | <b>1.227</b> | <b>8.425</b> | <b>9.652</b> |

Fuente: (INEC, 2010).

#### 4.2.2. COBERTURA

Se realizó un análisis de la estabilidad de las llamadas en el cantón Bolívar haciendo uso de la aplicación móvil “Información de señal de red”, la cual se ejecutó desde diversos puntos de las parroquias Calceta, Quiroga y Membrillo, en donde las pruebas fueron aplicadas desde las operadoras Claro, Movistar y CNT, para revisar la información detallada de la red, entre ello, los dBm (decibelios-milivatio), los cuales son la unidad de medida de la intensidad de la señal que llega al móvil desde una red celular.

Es importante mencionar la equivalencia del nivel de cobertura por dBm recibidos en la estabilidad de llamadas, en donde se considera que una cobertura es excelente cuando los números (dBm) son cercanos a 0, es decir de más de -76 dBm, entre -89 y -77 equivale a una cobertura muy buena, entre -97 y -90 equivale a una cobertura buena/media, entre -103 y -98 equivale a una baja cobertura, entre -112 y -104 equivale a una muy baja cobertura ocasionando problemas para establecer llamadas, entre -113 y -132 dBm equivale a muy poca cobertura con problemas para establecer llamadas y un rendimiento muy bajo y a partir de -135 no existe cobertura. A continuación, se presenta la tabla con el promedio general de los dBm recibidos en las llamadas:

**Tabla 4.8.** Promedio de la estabilidad de llamadas en el cantón Bolívar.

| Parroquias | Operadora | Promedio (dBm) | Equivalencia |
|------------|-----------|----------------|--------------|
| Calceta    | Claro     | -63,1          | Excelente    |
|            | Movistar  | -64,8          | Excelente    |
|            | CNT       | -67,2          | Excelente    |
| Quiroga    | Claro     | -70,3          | Excelente    |
|            | Movistar  | -84,5          | Muy buena    |
|            | CNT       | -82,6          | Muy buena    |
| Membrillo  | Claro     | -80            | Muy buena    |
|            | Movistar  | -95,8          | Buena/Media  |
|            | CNT       | -94,1          | Buena/Media  |

Fuente: Los autores.

Como se puede apreciar, se obtuvo como resultado que, en promedio general, la mejor operadora en las parroquias de Calceta, Quiroga y Membrillo con respecto a la estabilidad de las llamadas es Claro, por lo que se puede inferir que esto se debe a que en el cantón Bolívar existen una gran cantidad de antenas de Claro distribuidas por todo el territorio, lo cual ha permitido una buena conexión de llamadas por la tecnología GSM (Global System for Mobile communications) para las comunicaciones móviles desplegada en estas antenas.

Para la determinación de la cobertura en el cantón Bolívar se hizo uso de la aplicación móvil "OpenSignal" que se ejecutó desde un dispositivo móvil y sirvió para medir la velocidad de carga y descarga de datos en Mbps (Megabits por segundo), este test de velocidad funciona de acuerdo a la operadora móvil que se está ejecutando en el dispositivo, en este caso se realizaron las pruebas con las operadoras que tienen presencia e infraestructura en el cantón Bolívar, para lo cual fue necesario ubicarse en puntos determinados de la ruralidad y el urbanismo de las parroquias. A continuación, se presenta una tabla con el promedio general de Mbps de subida y bajada de datos de acuerdo a cada parroquia y operadora, y se ha calificado la equivalencia de acuerdo a los promedios bajos de 0 a 10, medios de 11 a 20 y altos de 21 a 30 encontrados:

**Tabla 4.9.** Promedio de la cobertura en el Cantón Bolívar.

| Parroquias | Operadora | Promedio (Mbps) | Equivalencia |
|------------|-----------|-----------------|--------------|
| Calceta    | Claro     | 13,12           | Medio        |
|            | Movistar  | 23,45           | Alto         |
|            | CNT       | 18,15           | Medio        |
| Quiroga    | Claro     | 12,11           | Medio        |
|            | Movistar  | 8,10            | Bajo         |
|            | CNT       | 10,56           | Medio        |
| Membrillo  | Claro     | 2,25            | Bajo         |
|            | Movistar  | 1,80            | Bajo         |
|            | CNT       | 1,70            | Bajo         |

**Fuente:** Los autores.

De acuerdo con los datos expuestos, se puede aseverar que, en la parroquia Calceta, la operadora con mejores características para la carga y descarga de datos es Movistar con un promedio de 23,45 Mbps, seguido de CNT con un promedio de 18,45 Mbps. De igual forma en la parroquia Quiroga se puede evidenciar que la

operadora con mejores características es Claro con un promedio general de 12,11 Mbps, seguido de CNT con un promedio de 10,56 Mbps. En la parroquia Membrillo se obtuvieron datos desalentadores en donde todas las operadoras tienen un promedio bajo de entre 1,70 a 2,25 Mbps. Este análisis concuerda con un estudio realizado en el año 2017 en donde detallan que el nivel de la cobertura “con la herramienta OpenSignal, los datos obtenidos demuestran que la cobertura es poco satisfactoria, esto se debe a que en las parroquias de Quiroga y Membrillo no cuentan con un buen servicio de las operadoras” (Mendoza, 2019).

### **4.3. DETERMINAR LA FACTIBILIDAD DE ADOPTAR LA TECNOLOGÍA 5G EN LA LOCALIDAD COMO UNA MEJORA VIABLE AL SERVICIO MÓVIL AVANZADO**

Dentro de la presente investigación, se pretende realizar un plan de acción para la adopción de la tecnología 5G en el Cantón Bolívar, es por ello que se requiere determinar la factibilidad de adoptar esta tecnología en la localidad como una mejora viable al servicio móvil avanzado. A continuación, se describen las ventajas y desventajas, así como los criterios operacionales, técnicos, legales y económicos de este estudio.

#### **4.3.1. VENTAJAS**

- Al adoptar la Tecnología 5G, mejoraría la conectividad del servicio, optimizando la subida, transmisión y descarga de información.
- Ahorro de energía en los dispositivos.
- Considerando que la tecnología 4G contaba con 10 Megabit por segundo y al cambiar a 5G aumentaría hasta 100 Megabit por segundo, esto generaría un incremento en la velocidad (Mena, 2020).
- Se tendría velocidades de hasta 20 GB/Seg.
- Disminuir la latencia, ya que según Cerezo y Cerezo (2014), puede responder más rápido a los requerimientos de los usuarios.
- Por otra parte, Colmenares y Ramírez (2020), mencionan que al implementar 5G mejoraría la velocidad de la red, el ancho de banda, tiempo que los datos

tardan en recorrer por el canal de comunicación y el impulso de otras tecnologías.

#### 4.3.2. DESVENTAJAS

- Altos costos para implementarlo, ya que considerando lo expuesto por Medragón (2021), al carecer de infraestructura, se debe invertir para aumentar el ancho de banda.
- Según Mena (2020), la tecnología 5G utiliza frecuencias de radios altos, esto generaría un rango de cobertura mejor, es así que es necesaria la instalación de varias antenas para brindar la cobertura total.
- No todos los equipos serían compatibles, por lo tanto los usuarios deberán cambiarlos.

#### 4.3.3. DIFERENCIAS ENTRE 4G Y 5G

En la actualidad las tecnologías con mejores características son la 4G y la 5G, es por esto que las operadoras han invertido en la infraestructura de sus antenas para proporcionar a sus clientes mejores servicios. A continuación, se presentan las diferencias identificadas entre las tecnologías actuales.

**Tabla 4.10.** Características de la Tecnología 4G y 5G.

| Característica                      | Tecnología 4G  | Tecnología 5G  |
|-------------------------------------|--|--|
| <b>Descripción de la tecnología</b> | La tecnología 4G se refieren a la cuarta generación de telefonía móvil, que brinda mayor acceso a la red y mayor capacidad en el uso de los datos (ARCOTEL, 2019). | La tecnología 5G se refiere a la quinta generación de conectividad de internet móvil que permite la descarga de datos de manera más eficiente y conexión estable (Wall, 2018). |
| <b>Velocidad de datos</b>           | Hasta 100Mbps en el enlace descendente para un ancho de banda hasta de 40 MHz (Guevara, 2018).   | Hasta 10 Gbps -> 10 a 100 veces mejor que las redes 4G y 4.5G (Alonso, 2020).  |

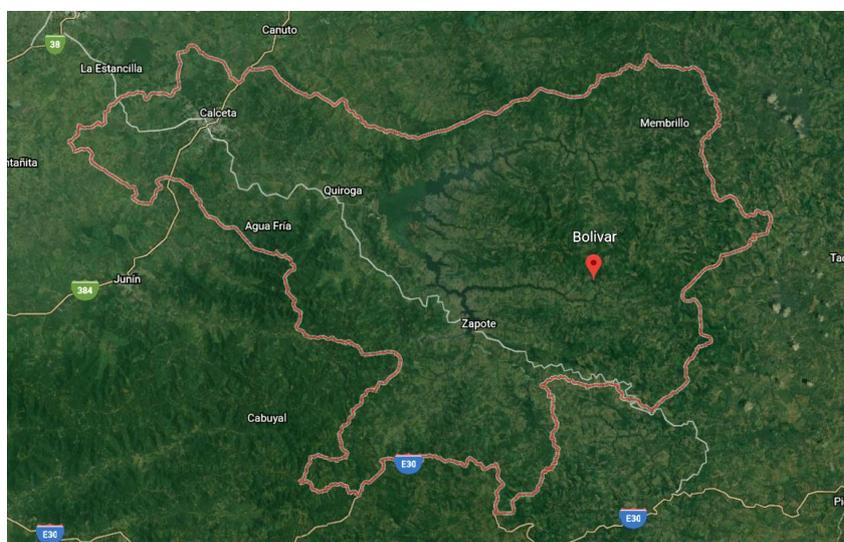
|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Latencia</b>  | 10 ms.   | Menos de 1 ms.   |
| <b>Banda de frecuencia</b>                             | 600 MHz a 5,925 GHz.   | 600 MHz a bandas milimétricas (por ejemplo, 28 GHz, 39 GHz, y superiores a 80 GHz).                |
| <b>Forma de onda del enlace ascendente</b>             | SC-FDMA (Acceso Múltiple por División de Frecuencia de Portadora Única).                     | Posiblemente CP-OFDM (Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales con Prefijo Cíclico). |
| <b>Potencia transmitida por el terminal de usuario</b> | +26 dBm (excepto TDD a 2,5 GHz).<br>+26 dBm en la banda 41 (2.500 MHz).<br>+20 dBm para IoT. | +26 dBm para bandas inferiores a 6 GHz y superiores a 2,5 GHz (Gallego, 2018).                     |

Elaboración: Los autores.

#### 4.3.4. DELIMITACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en el Cantón Bolívar, provincia de Manabí, lugar en el que se analizó la cobertura de las operadoras móviles más comunes. En la Figura 4.1 se logra visualizar el mapa del cantón que contiene un área de 537 Km<sup>2</sup> y un número de aproximadamente 40.735 habitantes.

Figura 4.1. Delimitación geográfica del cantón Bolívar.



Fuente: Los autores.

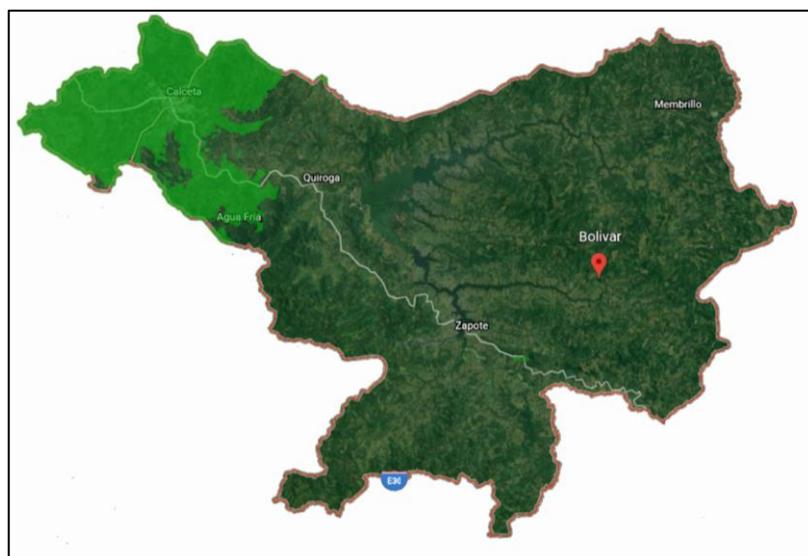
Nota: en el mapa se observa la delimitación territorial del cantón Bolívar en la zona centro noreste de la provincia de Manabí, entre los cantones Chone, Junín, Santa Ana, Tosagua y Pichincha, figura realiza a través de Google Earth. Luego de determinar la zona de estudio fue importante identificar las fracciones de territorios con cobertura 4G de las tres operadoras más comunes del cantón Bolívar.

**Figura 4.2.** Cobertura 4G de operadora Claro.



Fuente: Los autores.

**Figura 4.3.** Cobertura 4G de operadora Movistar.



Fuente: Los autores.

**Figura 4.4.** Cobertura 4G de operadora CNT.

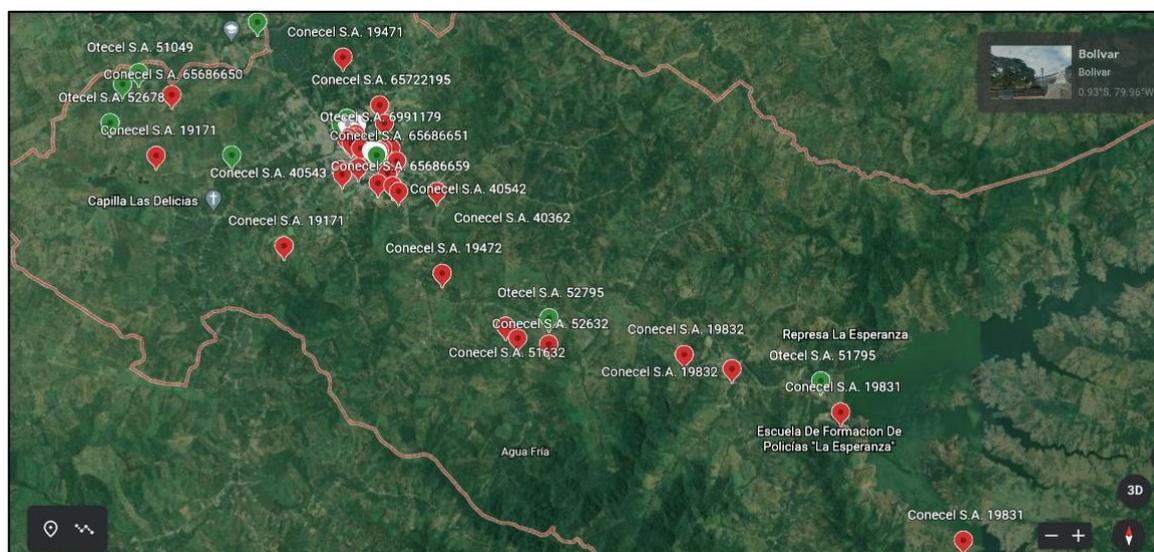


Fuente: Los autores.

Nota: en la Figura 4.2 se observa el rango de cobertura con el que cuenta la telefonía Claro, mientras que en la Figura 4.3 con un rango mayor se encuentra a Movistar y en la Figura 4.4 con el mejor rango de cobertura se encuentra a CNT.

En la Figura 4.5 se podrán evidenciar las antenas identificadas a través de la herramienta “Antenas de Celular”, la cual permite determinar la empresa de procedencia (CONECEL S.A color rojo; OTECEL S.A color verde y CNT EP color blanco), reconociendo alrededor de 42 nodos distribuidos de la siguiente manera: 29 de la operadora Claro, 10 de Movistar y 3 de CNT.

**Figura 4.5.** Antenas de las operadoras móviles que pertenecen al cantón Bolívar.



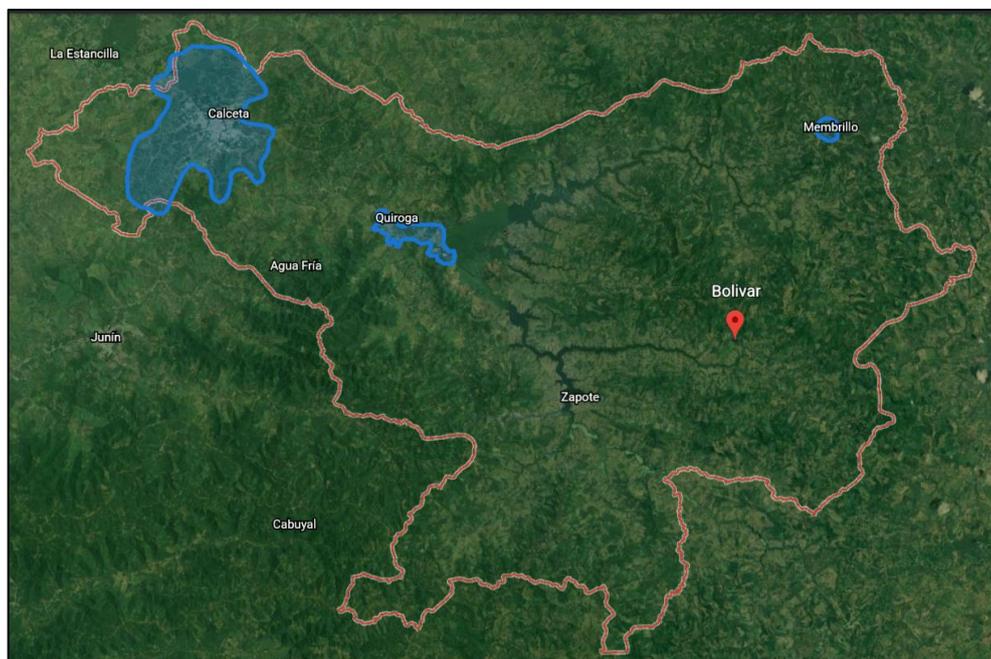
Fuente: Los autores.

Nota: en la figura se evidencian varios nodos que representan a las antenas que se han implementado en el cantón Bolívar, para esto se utilizó la herramienta Google Earth.

#### - COBERTURA DE LA RED 5G EN EL CANTÓN BOLÍVAR

En la actualidad ninguna operadora ha invertido en tecnología 5G en el cantón Bolívar, ya que existen deficiencias en la conectividad en algunas telefonías, pero en el centro de la ciudad de Calceta si se cuenta con la infraestructura base para implementar e invertir en dicha tecnología. En la Figura 4.6 se muestran espacios marcados de color celeste y estos representan la zona cobertura urbana del cantón Bolívar y es donde las operadoras deben potenciar sus servicios para incrementar el nivel de satisfacción en tecnología 4G, ya que esta es la puerta para implementar 5G.

Figura 4.6. Zona de cobertura urbana del cantón Bolívar.



Fuente: Los autores.

Nota: las áreas marcadas con celeste son las áreas que representan a la cobertura urbana del cantón Bolívar, gráfico realizado a través de la herramienta Google Earth.

### **4.3.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

#### **- FACTIBILIDAD OPERACIONAL**

De acuerdo con el informe emitido por Global Mobile Suppliers Association (2019), la tecnología 5G ya está disponible comercialmente en Ecuador, a pesar de esto, son pocas las telefonías que han invertido en estudios para implementarla. Según lo expuesto por Martino (2021), la única operadora que ha realizado estos estudios es CNT, la cual pretende brindar el servicio en tres lugares experimentales de Ecuador: dos partes en Guayaquil y una en Manta.

Se conoce que la red 5G aún está en vías de desarrollo en Ecuador y se han realizado pruebas muy satisfactorias de su uso y alcance, por lo que se espera que la tecnología 5G proporcione la evolución de las ciudades inteligentes mediante la aplicación de un número elevado de sensores de baja potencia en los entornos, para San Martín (2020), la factibilidad operacional en despliegue de redes 5G considera 3 áreas: Transformación digital, crecimiento del PIB y la contribución al PIB en los sectores industriales:

De hecho González y Salamanca (2016), indican que para cumplir con una mejor operatividad del servicio de tecnología móvil se debe mejorar la escalabilidad, capacidad de tráfico, versatilidad de la tecnología, disponibilidad del servicio, movilidad, calidad de servicio y eficiencia, ahorro de energía, recursos compartidos y reducción de costos.

#### **- FACTIBILIDAD TÉCNICA**

La tecnología 5G está en etapa de investigación en las principales ciudades del Ecuador, en la que se pretende estudiar los alcances y los problemas ambientales ocasionados. Por otra parte, CIENA (2017), menciona 6 motivos positivos al utilizar software que a su vez permitan que las operadoras puedan brindar un servicio de 5G, estos son:

- Utilizar software permite que los operadores hagan frente a las demandas de ancho de banda en 5G.
- Posibilita que los operadores entreguen calidad de servicios en los diferentes casos de 5G.

- Al utilizar un software de análisis de datos optimiza el rendimiento de la red en 5G.
- Es necesario la utilización de software que permite admitir la funcionalidad de la red.
- Proporciona una mayor seguridad ya que brinda la posibilidad de prevenir el bloqueo de proveedores.
- El software permite la migración de la red.

Todos los criterios mencionados, afirman la utilización de SDN (Red definidas por software), y estas se caracterizan por separar cada capa de control de datos.

#### - **FACTIBILIDAD LEGAL**

El desarrollo de 5G estará relacionado con el despliegue de la conectividad de objetos y diferentes dispositivos por fuera de la intervención de los seres humanos. Para ello es necesario que en Ecuador exista un marco regulatorio coherente que permita el correcto avance de la industria, es decir en ámbitos de fiabilidad, estabilidad, privacidad de datos, ciberseguridad, eficiencia energética e inteligencia artificial.

En efecto será necesario contar con normas adecuadas para asegurar el correcto uso de las distintas tecnologías que utilizarán estas redes. Ello implicará la adopción de estándares y normativas; los requisitos de transparencia y trazabilidad que les serán aplicables; la robustez de las tecnologías y la responsabilidad por la utilización, supervisión y decisión de dichas tecnologías.

De acuerdo a la información enmarcada en el Art. 3, en el numeral 1 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones (2019), el cual establece como uno de los objetivos de la ley: “Promover el desarrollo y fortalecimiento del sector de las telecomunicaciones”, así mismo en concordancia con el numeral 6 se menciona: “Promover que el país cuente con redes de telecomunicaciones de alta velocidad y capacidad, distribuidas en el territorio nacional, que permitan a la población entre otros servicios, el acceso al servicio de Internet de banda ancha”.

Además, en el Art 9.- en el apartado redes de telecomunicaciones, inciso 5, señala que los gobiernos autónomos descentralizados, en su normativa local observarán y darán cumplimiento a las normas técnicas que emita la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, así como a las políticas que emita el Ministerio rector de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, favoreciendo el despliegue de las redes de forma ordenada y soterrada (Ley Orgánica de Telecomunicaciones, 2019).

En consecuencia, la red 5G trae infinitas posibilidades para mejorar la calidad de vida de las personas, la productividad en la industria, la participación ciudadana, el desarrollo científico, etc., pero su implementación debe acompañarse de una regulación robusta, aunque lo suficientemente flexible para mitigar riesgos que la sociedad deberá asumir en el ámbito digital, a medida que éste se hace cada vez más importante en todas las dimensiones de las relaciones humanas (Jara y Jorquera, 2018).

#### - **FACTIBILIDAD ECONÓMICA**

Al momento de instalar nuevas antenas es necesario que el cantón Bolívar disponga de espacios en lugares estratégicos, es por esto que de acuerdo con lo expuesto en la UIT (2018), menciona que para implementar la tecnología 5G es necesario que las telefonías del cantón mejoren el 4G, ya que es así que se puede aumentar la capacidad de redes disponibles en el entorno. Además, afirma que la solución al problema planteado son los siguientes:

- La utilización de las antenas de alto rendimiento, esto brinda la apertura para maximizar la calidad de los servicios.
- Es necesaria la instalación de antenas en el alumbrado público ya existente, de esta manera no será necesaria la instalación de infraestructura física.
- Instalación de distribuidores en la vía pública que contengan equipos de apoyo tecnológico para las operadoras móviles, entre otros.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), establece el presupuesto en dos casos, el primero habla de una zona de cobertura urbana de 15 Km<sup>2</sup>, mientras que el supuesto 2 considera una zona de 3 Km<sup>2</sup>. En la Figura 4.6 se muestran las zonas

de cobertura urbana del cantón Bolívar con una densidad de población media, en la que se establecen los siguientes datos obtenidos a través de Google Earth:

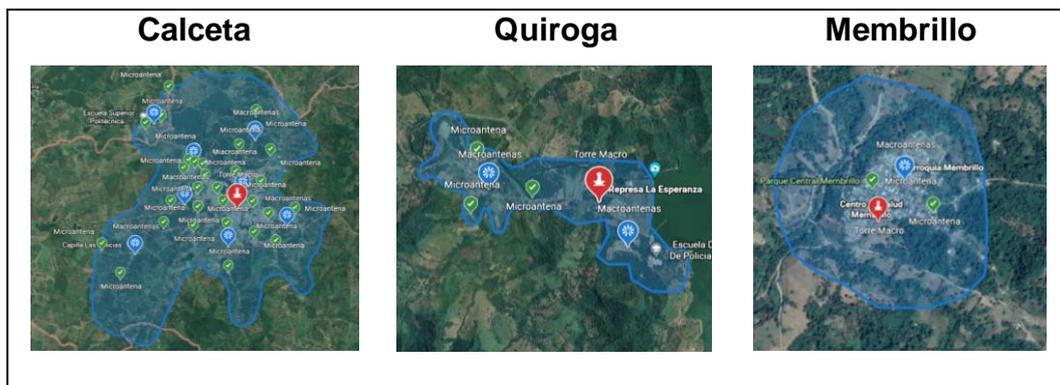
- Área de cobertura urbana de Calceta: 10.8 Km<sup>2</sup>.
- Área de cobertura urbana de Quiroga: 1.15 Km<sup>2</sup>.
- Área de cobertura urbana de Membrillo: 0.27 Km<sup>2</sup>.

La UIT establece en su análisis un valor de 2,3 millones de dólares por Km<sup>2</sup> en las ciudades pequeñas y menos densas, es así que luego de establecer el área en el cantón Bolívar se cuenta con 12,22 Km<sup>2</sup> de área de cobertura urbana total, requiriendo para el estudio 28.106.000 dólares para implementar la tecnología 5G. Esta cantidad deberá ser utilizada en el mejoramiento de los equipos existentes, en la adquisición de nueva infraestructura, en el talento humano requerido para su implementación, entre otros.

A continuación, se muestra en la Figura 4.7 una propuesta de implementación de antenas de telefonía móvil para adoptar la tecnología 5G en el cantón Bolívar.

Figura 4.7. Propuesta de antenas para la tecnología 5G en el cantón Bolívar.





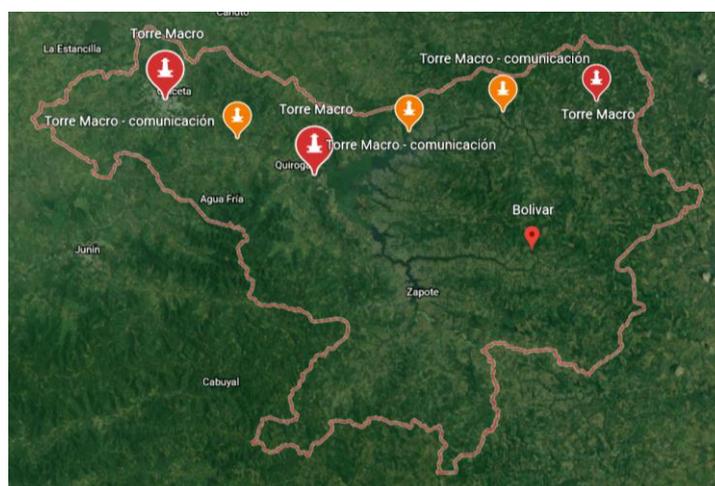
Fuente: Los autores.

Nota: en la figura se muestran las propuestas de implementación de antenas para 5G en el cantón Bolívar, para lo cual se utilizó el software Google Earth.

Para cumplir con la meta propuesta, es necesario que se implementen torres macro que sirven para realizar la comunicación entre NAT, además se sugiere establecer torres con macroantenas que permitan el fluido de datos en 5G, y por último las microantenas que proporcionan la ampliación de la señal.

En la Figura 4.8 se muestra el lugar específico donde se sugiere la implementación de las Torres macro, que servirán para la comunicación de las tres parroquias del cantón Bolívar. En la Figura 4.9 están representadas las macroantenas que permiten la transmisión de frecuencias que servirán para mejorar la comunicación 5G, y por último la Figura 4.10 en la que se muestran las diferentes microantenas que ampliarán la zona de comunicación.

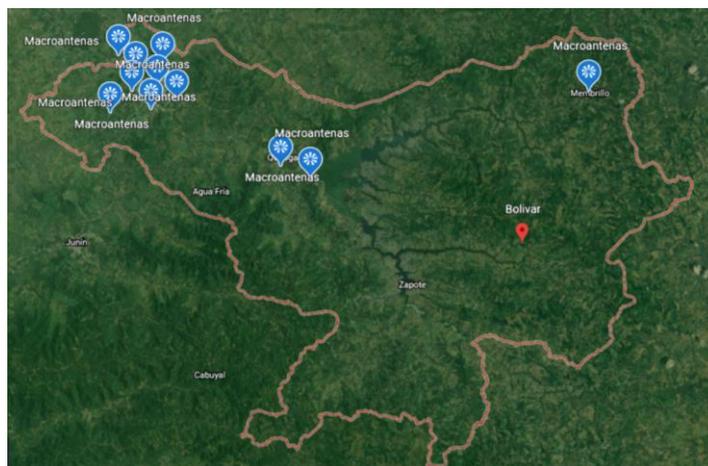
Figura 4.8. Antenas Torre Macro.



Fuente: Los autores.

Nota: la instalación de 6 torres macro, dicha representación se la realizó a través de Google Earth.

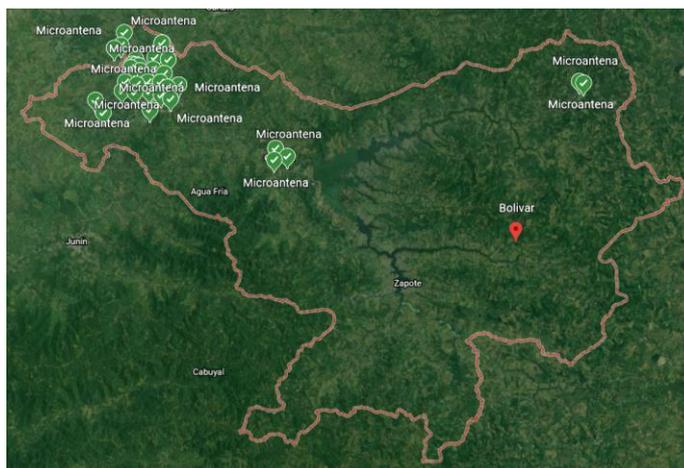
**Figura 4.9.** Macroantenas.



**Fuente:** Los autores.

Nota: la instalación de 11 macroantenas, dicha representación se la realizó a través de Google Earth.

**Figura 4.10.** Microantenas.



**Fuente:** Los autores.

Nota: la instalación de 35 microantenas, dicha representación se la realizó a través de Google Earth.

Luego de realizar la representación gráfica de la zona de cobertura y de establecer los tipos de antenas a utilizar, en la siguiente tabla se presenta la cantidad y tipo de antenas que se utilizarán en cada parroquia del cantón Bolívar.

**Tabla 4.11.** Propuesta de antenas por parroquia del cantón Bolívar.

| Antenas      | Calceta | Quiroga | Membrillo |
|--------------|---------|---------|-----------|
| Torres Macro | 2       | 2       | 2         |
| Macroantenas | 8       | 2       | 1         |
| Microantenas | 30      | 3       | 2         |

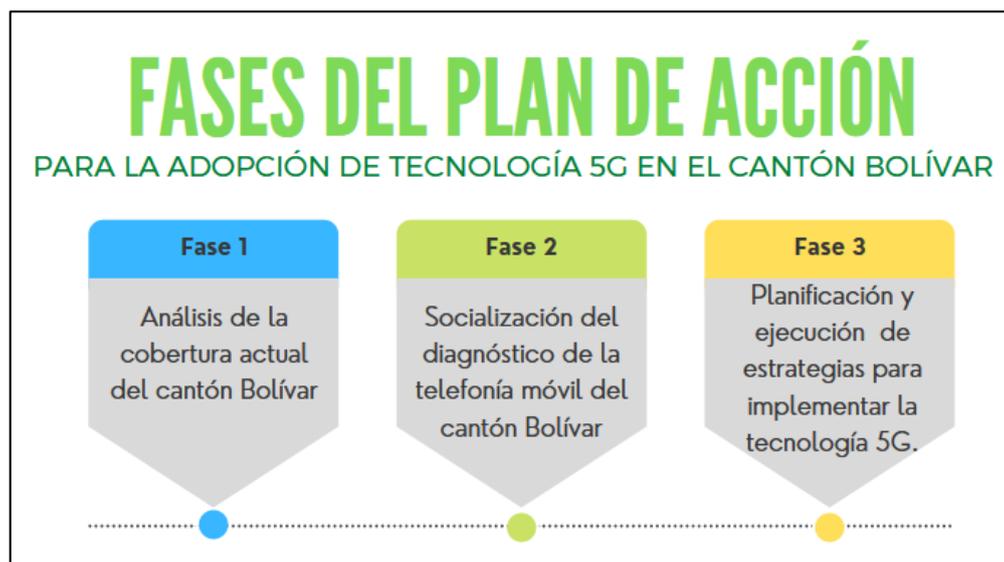
Fuente: Los autores.

#### 4.4. DISEÑAR UN PLAN DE ACCIÓN QUE CONTRIBUYA A LA ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA 5G EN EL CANTÓN BOLÍVAR

Con base en la investigación realizada en los objetivos 1, 2 y 3 de este trabajo, se propone un plan de acción con 3 fases y 8 proyectos que servirán como mecanismos para adoptar la tecnología 5G en el cantón Bolívar.

El plan de acción tiene como objetivo adoptar la nueva tecnología para el cantón, permitiendo mejorar la calidad de los servicios de la telefonía móvil, por tal razón, se proponen las siguientes fases, las cuales deben ser ejecutadas de manera consecutiva:

**Figura 4.11.** Fases del plan de acción para la adopción de la 5G en el cantón Bolívar.



Fuente: Los autores.

En la **Fase 1**: Análisis de la cobertura actual del cantón Bolívar, se la propone con el fin de determinar los problemas actuales que posee la zona de estudio, luego en la **Fase 2**: Socialización del diagnóstico de la telefonía móvil del cantón Bolívar, se

la propone para brindar a la ciudadanía, la información obtenida en el proceso de investigación y por último en la **Fase 3:** Planificación y ejecución de estrategias para implementar la tecnología 5G, se la propone para establecer que los organismos reguladores y empresas de telecomunicaciones apliquen todo el contingente necesario para cumplir la meta establecida.

#### 4.4.1. FASE 1. ANÁLISIS DE LA COBERTURA ACTUAL DEL CANTÓN BOLÍVAR

Esta fase pretende identificar las características positivas o negativas de la telefonía móvil del cantón Bolívar, para eso y tal como lo muestra la Figura 4.12, se muestran dos proyectos que deberán ser ejecutados por las entidades competentes en la zona de estudio.

Figura 4.12. Proyectos del análisis de la cobertura actual del cantón Bolívar.



Fuente: Los autores.

- **Reconocimiento de la infraestructura tecnológica en la telefonía móvil existente en el cantón Bolívar:** sirve para identificar las condiciones actuales con la que cuenta la zona de estudio y es totalmente necesaria para iniciar la implementación de la tecnología 5G. Para esto es indispensable que se incentiven a las nuevas generaciones de estudiantes y docentes a investigar sobre la calidad de los servicios en la telefonía móvil del cantón Bolívar.

- **Determinación de rangos de cobertura de las antenas de telefonía celular en el cantón Bolívar:** aporta de manera significativa en la identificación de las características de cada antena de telefonía y la diagramación de los espacios con nivel de cobertura.

#### 4.4.2. FASE 2. SOCIALIZACIÓN DEL DIAGNÓSTICO DE LA TELEFONÍA MÓVIL DEL CANTÓN BOLÍVAR

Una vez que se efectúe el diagnóstico de la cobertura del cantón, es necesario que se realice una socialización de los resultados obtenidos dirigidos a la población en general y al equipo de trabajo, para esto se establecieron 3 programas, tal y como se muestran en la Figura 4.13.

Figura 4.13. Proyectos para la elaboración del diagnóstico de la telefonía móvil del cantón Bolívar.



Fuente: Los autores.

- **Socializar el diagnóstico de la telefonía móvil del cantón Bolívar:** es importante que la población en general de la zona de estudio conozca la problemática que actualmente posee el cantón Bolívar en el área de cobertura, así mismo se requiere brindar charlas sobre la importancia que tiene la implementación de la tecnología 5G en la localidad. Por otro lado, se debe mostrar la información al equipo de trabajo.

- **Creación de equipos de trabajo para implementar la tecnología 5G:** para cumplir con el programa establecido, es necesario el aporte de distintas entidades públicas como la ESPAM MFL, brindando apertura para que los estudiantes y docentes realicen investigaciones, además el aporte de ARCOTEL y de todas las operadores involucradas en el estudio, incentivando a la formación de grupos de trabajo para cumplir con los objetivos propuestos, así mismo que cada grupo establezcan sus metas.
- **Revisión de los avances de los equipos de trabajo:** para realizar la revisión de los avances es necesario como proceso inicial, el análisis de los proyectos de investigación y/o metas establecidas por los equipos, luego seleccionar un equipo que pueda realizar la revisión de los avances de los grupos conformados.

#### 4.4.3. FASE 3. PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DE ESTRATEGIAS PARA IMPLEMENTAR LA TECNOLOGÍA 5G

Toda vez que se ha llevado a cabo las fases 1 y 2 de este plan, se debe iniciar con la planificación de las actividades y establecimiento de estrategias para cumplir con el objetivo principal de la investigación. Para esta fase se establecieron 3 proyectos que se representan en la Figura 4.14.

Figura 4.14. Proyectos de la planificación y ejecución de estrategias para implementar la tecnología 5G.



Fuente: Los autores.

- **Proponer objetivos del Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información Ecuador 2022-2026:** en el Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información vigente, existe un objetivo que exige a las operadores móviles implementar la tecnología 4G, por ello es necesario que en el próximo Plan se estipule la necesidad de adoptar la tecnología 5G, dicha acción debe ser gestionada por la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL).
- **Permitir la aplicación de frecuencias que aporten a la tecnología 5G en las operadoras:** es importante que ARCOTEL permita que las operadoras móviles apliquen nuevas frecuencias de 30 GHz a 100 GHz en el cantón Bolívar, las cuales son necesarias para adoptar la tecnología 5G.
- **Aplicación de las actividades y estrategias establecidas en cada uno de los equipos formados:** ARCOTEL deberá establecer el espectro radioeléctrico requerido, adoptar los estándares y realizar las pruebas de funcionamiento necesarias para abrir paso a la 5G en el cantón Bolívar.

Para la representación del plan de acción de manera metodológica, se utilizó la metodología 5W2H que contiene las fases, justificativos, procedimientos, responsables, lugares, fechas y costes de la puesta en marcha para la adopción de la tecnología 5G en el cantón Bolívar (Anexo 2).

# CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1. CONCLUSIONES

- La implementación de la tecnología 5G ha tenido un desarrollo prolongado en algunos países de Latinoamérica, sin embargo, es importante inferir que esta evolución se ha visto mermada por la desencadena del virus SARS-CoV-2 debido a los diversos confinamientos por las cepas que van apareciendo, esto ha repercutido en que las planificaciones de algunos países no se hayan cumplido de forma satisfactoria en los años 2020 y 2021 en donde se avizoraba la llegada a gran escala de la 5G.
- La situación tecnológica en los hogares del cantón Bolívar es relativamente buena con respecto a la existencia de los recursos tecnológicos, estos son necesarios también por la presencia de algunas instituciones de educación media y de educación superior en la zona como la ESPAM MFL, no obstante, la cobertura no es tan buena de acuerdo a los resultados presentados.
- A pesar de que el Ecuador ya cuenta con 5G disponible de manera comercial, son pocas las operadoras que han invertido en estudios e infraestructura de esta tecnología. Se identificó en esta investigación que el centro de la ciudad de Calceta es la zona con mejores características en lo que corresponde a cobertura, infraestructura y servicio, mientras que, en las demás parroquias existe una deficiencia en los niveles de servicios que ofrecen las operadoras. La adopción de la tecnología 5G en el cantón Bolívar será un hecho cuando las telefonías inviertan primero en 3G y 4G, ya que van de la mano y se las necesita para el funcionamiento de la tecnología de quinta generación.
- La propuesta del plan de acción para adoptar la tecnología 5G en el cantón Bolívar contiene algunas fases que son de gran ayuda para los organismos intervinientes, las cuales se componen de proyectos que serán ejecutados con instituciones responsables de la colaboración en estudios, análisis, financiamiento, promoción, infraestructura, dispositivos tecnológicos, entre otros. Se puede aseverar que en las primeras dos fases propuestas ya se ha venido trabajando, justamente con la contribución de investigaciones como esta propuesta, sin embargo, se requiere de un análisis más exhaustivo de la mano de los órganos pertinentes.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Es de suma importancia que los países latinoamericanos volteen su vista hacia la implementación de la tecnología 5G debido a que esta transición llevará consigo el desarrollo de sus industrias y por ende el desarrollo económico y del estatus social, si bien es cierto existe una propuesta visionaria de las telefónicas, pero por limitaciones presupuestarias de algunos países no se les ha dado luz verde, es por esto que se exhorta a los presidentes de los países a tomar a este avance tecnológico como una inversión y más no como un gasto.
- Las telefónicas con presencia en el cantón Bolívar deben mejorar los servicios que le brindan a los ciudadanos debido al bajo despliegue que existe en la cobertura, sobre todo en las zonas rurales, lo cual presenta mucha preocupación ya que existen numerosos estudiantes con la necesidad de una buena conectividad móvil.
- El desfase tecnológico que vive el cantón Bolívar se ve reflejado por la carencia tecnológica en el Ecuador, con esto es recomendable que para implementar 5G en la localidad primero se invierta en tecnología 4G ya que esta debe estar expedita para que se pueda dar paso a una quinta generación, justamente por el aprovechamiento de recursos e infraestructura necesaria para su ejecución.
- El Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Bolívar juega un papel preponderante en la aplicación del plan de acción propuesto en este trabajo de investigación, debido a que con los organismos pertinentes son quienes llevarán a cabo la adopción de la tecnología 5G ya que son quienes más conocen de la situación actual del cantón y de la realidad de las necesidades que se viene acarreado por varios años, por lo que deben trabajar de la mano y sumar las fortalezas de las instituciones de educación superior y de los proveedores de servicios con presencia en el cantón.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agiwal, M., Roy, A., & Saxena, N. (2016). Next generation 5G wireless networks: A comprehensive survey. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 18(3), 1617-1655. <https://doi.org/10.1109/COMST.2016.2532458>
- Alnoman, A., & Anpalagan, A. (2017). Towards the fulfillment of 5G network requirements: technologies and challenges. *Telecommunication Systems*, 65(1), 101-116. <https://doi.org/10.1007/s11235-016-0216-9>
- Alonso, N. (2020). *Tecnología 5G: Características, usos y posibles peligros*. Grupo ATICO34. [https://protecciondatos-lopd.com/empresas/tecnologia-5g/#Caracteristicas\\_de\\_la\\_tecnologia\\_5G](https://protecciondatos-lopd.com/empresas/tecnologia-5g/#Caracteristicas_de_la_tecnologia_5G)
- Álvarez, E., & Barreda, L. (2020). La estadística descriptiva en la formación investigativa del instructor de arte. En *Conrado* (Vol. 16, Número 73, pp. 100-107).
- Anchundia Morales, J. W., Anchundia Morales, J. C., & Chere Quiñonez, B. F. (2020). La tecnología 5G en el Ecuador. Un análisis desde los requerimientos 5G. *Polo del Conocimiento*, 5(02), 805-822. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i2.1313>
- ARCOTEL. (2019a). *4G es la cuarta generación de tecnología de telefonía móvil*. <https://www.arcotel.gob.ec/4g/>
- ARCOTEL. (2019b). Estadísticas: telecomunicaciones en Ecuador – TeleSemana.com. En *Panorama De Mercado - Ecuador*. <https://www.telesemana.com/panorama-de-mercado/ecuador/>
- Arias, F., Salado, A., Medina, C., & Zambrano, M. (2021). 5G technology deployment in Latin America: An analysis of public policy and regulation environment. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 11(3), 258-271. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2021.11.3.0457>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2015). *Ley Orgánica de Telecomunicaciones*. 55. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/ley-organica-de-telecomunicaciones.pdf>
- Attaran, M. (2021). The impact of 5G on the evolution of intelligent automation and industry digitization. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s12652-020-02521-x>
- Bertolini, P. (2020). *El Salvador, Los usos que la población le dé al 4.5G de la hiperconectividad con 5G*.
- Bnamericas. (2021). *Los despliegues de 5G se triplicaron con creces en 2020 para llegar a 1336 ciudades en todo el mundo*. <https://www.bnamericas.com/es/noticias/los-despliegues-de-5g-se-triplicaron-con-creces-en-2020-para-llegar-a-1336-ciudades-en-todo-el-mundo>
- Buenaño, D., & Terán, D. (2020). Estudio de la Infraestructura y el Espectro Radioeléctrico para la Implementación de la Tecnología 5G en las Ciudades de Quito y Guayaquil. *Tesis*, 1-100.
- Cedeño, D. (2020). *Estudio de factibilidad para la implementación de la tecnología 5g en la ciudad de Ventanas*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO FACULTAD.
- Cerezo, J., & Cerezo, P. (2014). El impacto de 5G. *Evoca*, 1-42. <http://evocaimagen.com/cuadernos-tecnologia/cuadernos-evoca-tecnologia-1.pdf>
- ChipSet. (2021). *5G en Latinoamérica así avanza la implementación*. <https://impactotic.co/chipset-latam-5g-en-latinoamerica-asi-avanza-la->

- implementacion/  
 CIENA. (2017). *La tecnología 5G necesita software en todas partes , especialmente en la red de conexión por cable*. 1-4.
- Colmenares, D., & Ramírez, D. (2020). *QUÉ ES LA TECNOLOGÍA 5G, IMPLEMENTACIÓN DE LA RED EN COLOMBIA Y CÓMO CAMBIARÁ NUESTRAS VIDAS*.  
[https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/33439/2/2021\\_Tecnologia\\_Implementacion\\_5G.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/33439/2/2021_Tecnologia_Implementacion_5G.pdf)
- Colombo, S., López, M. P., & Vera, N. (2021). Tecnologías emergentes, poderes en competencia y regiones en disputa: América latina y el 5G en la contienda tecnológica entre China y Estados Unidos. *Estudos Internacionais: revista de relações internacionais da PUC Minas*, 9(1), 94-111.  
<https://doi.org/10.5752/p.2317-773x.2021v9n1p94-111>
- El Universo. (2021). *Ecuador aún mira de lejos la implementación de la tecnología 5G*. <https://www.eluniverso.com/noticias/2021/02/04/nota/9613575/tecnologia-5g-ecuador-antenas-retraso-politica-gobierno/>
- Fourati, H., Maaloul, R., & Chaari, L. (2021). A survey of 5G network systems: challenges and machine learning approaches. En *International Journal of Machine Learning and Cybernetics* (Vol. 12, Número 2). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/s13042-020-01178-4>
- Gallego, L. (2018). Análisis y propuesta de diseño del despliegue de tecnología 5G en entornos ferroviarios de alta movilidad. *Zaguan.Unizar.Es*, 73.  
<http://zaguan.unizar.es/TAZ/EUCS/2014/14180/TAZ-TFG-2014-408.pdf>
- Global Mobile Suppliers Association. (2019). *Global Spectrum for 5G – Licensing Worldwid*. GSA. <https://gsacom.com/?s=ecuador+5g>
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Bolívar. (2015). *CANTON BOLIVAR PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL*.
- González, J., & Salamanca, O. (2016). El camino hacia la tecnología 5G. *Télématique*, 15(1), 27-47.
- GSMA Latin America. (2020). *GSMA | América Latina entra en la era 5G con 15 millones de conexiones esperadas para 2022 - GSMA Latin America*. <https://www.gsma.com/latinamerica/es/america-latina-entra-en-la-era-5g-con-15-millones-de-conexiones-esperadas-para-2022/>
- Guevara, F. (2018). Comparativo entre la tecnología de redes 4G y 5G y los beneficios de su implementación en Colombia. *Repositorio Institucional USC*, 1-72.
- Hernández, G. (2019). *El 5G, la tecnología que revolucionará el mundo*, *Noticias de El Salvador*.
- INEC. (2010). Resultados del Censo 2010 de población y vivienda del Ecuador. Fascículo Provincial Manabí. *Inec*, 1-7.  
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
- Jácome, D., & Quimis, L. (2017). *Diseño de un plan de acción para la implementación de la futura tecnología 5G en el Ecuador*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.
- Jara, N., & Jorquera, A. (2018). *Desafíos regulatorios asociados a la implementación de las redes 5G*. <https://www.ppulegal.com/insights/prensa/desafios-regulatorios-implementacion-redes-5g/>
- Joyce, D. (2018). *ESTUDIO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED MÓVIL 5G EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL*.

<http://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/CATEDRA/article/download/764/757/>

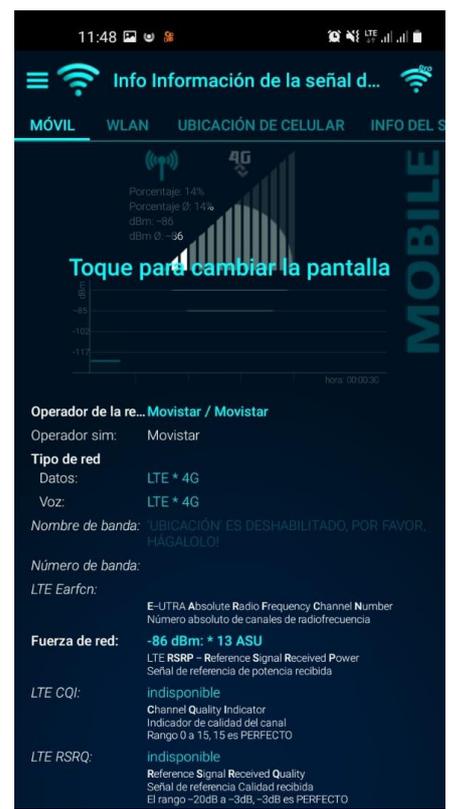
- Larocca, N. (2020). *Digitel Venezuela avanza en la cobertura 4G mientras piensa tímidamente en 5G*. <https://www.telesemana.com/blog/2020/08/31/digitel-venezuela-avanza-en-la-cobertura-4g-mientras-piensa-timidamente-en-5g/>
- Ley Orgánica de Telecomunicaciones. (2019). *Ley Organica de Telecomunicaciones*. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/ley-organica-de-telecomunicaciones.pdf>
- Martino, J. (2021). *CNT brinda servicios 5G en tres lugares en Ecuador*. TeleSemana.com. <https://www.telesemana.com/blog/2021/04/30/cnt-brinda-servicios-5g-en-tres-lugares-en-ecuador/>
- Mayorga, M., Estupiñan, E., & Martínez, J. (2021). 5G en América: Antecedentes Y Análisis De Despliegue. *Universidad Militar Nueva Granada*, 2, 12. <https://doi.org/https://doi.org/10.22490/ECBTI.4809>
- Medragón, E. (2021). *Ventajas y desventajas de la tecnología 5g*. BBVA. <https://www.bbva.ch/noticia/ventajas-y-desventajas-de-la-tecnologia-5g/>
- Mena, J. C. (2020). *Ventajas, desventajas y mitos de la tecnología 5G*. Universidad Autonoma de Occidente. <https://www.uao.edu.co/ingenieria/ventajas-desventajas-y-mitos-de-la-tecnologia-5g/>
- Mendoza, G. (2019). *ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE TELEFONÍA MÓVIL (CNT, MOVISTAR Y CLARO), EN EL CANTÓN BOLÍVAR, MANABÍ* [ESPAM MFL]. <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1078/1/TTMTI8.pdf>
- Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. (s. f.). *Ecuador crece cada día en acceso a telefonía móvil e Internet*. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/ecuador-crece-dia-acceso-telefoniamovil-e-internet/>
- Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. (2021). *Ecuador pone en marcha 3 estaciones fijas de tecnología 5G*. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/ecuador-pone-en-marcha-3-estaciones-fijas-de-tecnologia-5g-tambien-se-presentaron-los-sistemas-de-identidad-digital-y-de-monedero-electronico/>
- Moreno, B., Muñoz, M., Cuellar, J., Domancic, S., & Villanueva, J. (2018). Revisiones Sistemáticas: definición y nociones básicas. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*, 11(3), 184-186. <https://doi.org/10.4067/s0719-01072018000300184>
- Nagyova, A., Palko, M., & Pacaiova, H. (2015). Analysis and identification of nonconforming products by 5w2h method. *9th International Quality Conference*, June, 33-42. [http://www.cqm.rs/2015/cd1/pdf/papers/focus\\_1/006.pdf](http://www.cqm.rs/2015/cd1/pdf/papers/focus_1/006.pdf)
- Ning, Z., Nan, C., Gamage, A., Kuan, Z., Mark, J., & Xuemin, S. (2015). Cloud assisted HetNets toward 5G wireless networks. *IEEE Communications Magazine*, 53(6), 59-65. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2015.7120046>
- Parra, R. (2021). *Así va la conquista de América Móvil con la expansión de 5G*. <https://digitalpolicylaw.com/asi-va-la-conquista-de-america-movil-con-la-expansion-de-5g/>
- Pérez, D. (2019). *Huawei\_ tecnología 5G, lista para funcionar en Honduras - Diario La Prensa*. <https://www.laprensa.hn/economia/huawei-tecnologia-5g-lista-funcionar-honduras-IXLP1302318>
- PwC. (2020). *Impacto económico del 5G*.

- <https://www.pwc.es/es/telecomunicaciones/impacto-economico-5g.html>
- Rao, S. K., & Prasad, R. (2018). Impact of 5G Technologies on Industry 4.0. *Wireless Personal Communications*, 100(1), 145-159. <https://doi.org/10.1007/s11277-018-5615-7>
- San Martín, J. (2020). *Impacto en la productividad por el uso de tecnologías 5G en Ecuador*.
- Statista. (2021). *Despliegue de redes 5G en América Latina por país 2020* \_ Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/1188829/despliegues-tecnologia-5g-america-latina-por-pais/>
- Tang, Y., Dananjayan, S., Hou, C., Guo, Q., Luo, S., & He, Y. (2021). A survey on the 5G network and its impact on agriculture: Challenges and opportunities. *Computers and Electronics in Agriculture*, 180(December 2020), 105895. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105895>
- UIT (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](https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-BB.5G_01-2018-PDF-S.pdf)
- UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones). (2019). *5G – Quinta generación de tecnologías móviles*. <https://www.itu.int/es/mediacentre/backgrounders/Pages/5G-fifth-generation-of-mobile-technologies.aspx>
- Wall, M. (2018). *¿Qué es el 5G y qué significará para ti y para tu teléfono móvil?* BBC. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-44938242>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1. HERRAMIENTAS PARA CAPTURAR LA ESTABILIDAD DE LAS LLAMADAS Y DE LA COBERTURA EN EL CANTÓN BOLÍVAR

### ANEXO 1-A. Herramienta “Información de señal de red”.



ANEXO 1-B. Herramienta "OpenSignal".



ANEXO 1-C. Herramienta “Antenas de Celular”.



## **ANEXO 2. PLAN DE ACCIÓN**



# PLAN

DE ACCIÓN PARA LA ADOPCIÓN DE  
LA TECNOLOGÍA 5G EN EL  
CANTÓN BOLÍVAR

Enero 2022



**ESPAMMFL**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

## 1. INTRODUCCIÓN

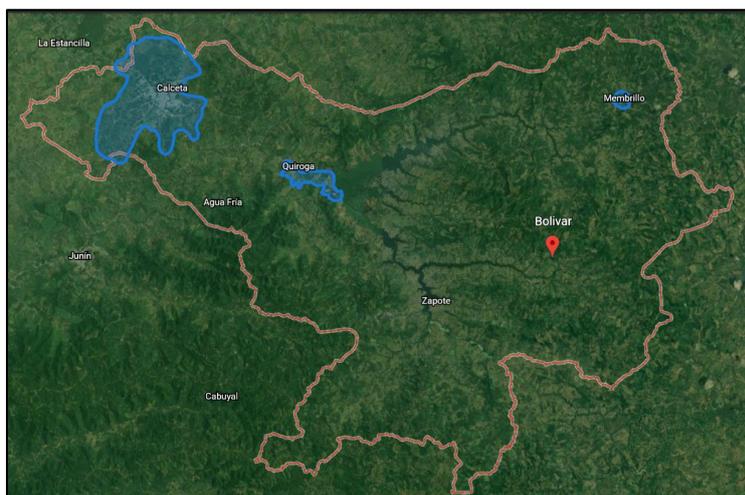
La telefonía móvil ha llevado consigo cambios significativos en todo el mundo, según lo indica Almeida y Margot (2018), esta tecnología se implementó al inicio del año 1990 y hasta ahora ya se han realizado muchos avances en la tecnología (2G, 3G y 4G). Desde el año 2015 ya se inicia el estudio que servirá a futuro para la implementación de la tecnología 5G en el mundo, logrando optimizar el servicio de los operadores móviles (Universidad Internacional de Valencia, 2018).

En el Ecuador ya se ha iniciado el estudio para la adopción de la nueva tecnología y según Buenaño y Terán (2020), dicho estudio se lo realizó en las ciudades de Quito y Guayaquil registrando una penetración de la tecnología con un 54%. Es por esto que, en Guayaquil en el año 2019 se firmó un acuerdo para que se inicie con la implementación de esta tecnología y así lograr una ciudad inteligente.

Las operadoras realizan mejoras con el fin de ofrecer un buen servicio de telefonía móvil, esta información la refleja la ARCOTEL (2020) en su boletín trimestral de ese mismo año, pero esta acción no es realizada en el cantón Bolívar, ya que, hasta el momento en Quiroga, Membrillo y algunas partes de Calceta, no se cuenta con una buena cobertura en telefonía móvil.

En el cantón Bolívar se cuenta con tres telefonías móviles que ofrecen sus servicios logrando de esta manera un área de cobertura pequeña que se puede evidenciar en la siguiente figura.

**Figura.** Zona de cobertura urbana del cantón Bolívar.



Fuente: Los autores.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Elaborar un plan de acción para la adopción de la tecnología 5G en el cantón Bolívar.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Analizar la cobertura actual de la telefonía móvil del cantón Bolívar.
- Establecer estrategias para la adopción de la tecnología 5G en el cantón Bolívar.
- Ejecutar estrategias para adoptar la tecnología 5G.

## **3. METODOLOGÍA Y CONTENIDO DEL PLAN**

Para lograr el objetivo principal del presente plan de acción fue necesario el establecimiento de tres fases, las cuales se detallan a continuación.

### **3.1. Análisis de la cobertura actual del cantón Bolívar.**

En esta fase inicial es importante que se realice un reconocimiento de la infraestructura tecnológica que posee la telefonía móvil del cantón Bolívar y, además, se logre determinar el rango de cobertura de cada una de las antenas identificadas. Esta fase puede ser aplicada por ARCOTEL o por cualquier operadora existente en el cantón, además la ESPAM MFL podría incentivar a la nueva generación de profesionales en el área tecnológica a realizar investigaciones direccionadas al mejoramiento de la calidad de los servicios de telefonía móvil.

### **3.2. Socialización del diagnóstico de la telefonía móvil en el cantón Bolívar.**

Luego de reconocer la infraestructura en telefonía móvil que posee la zona de estudio es necesario que se socialice a la comunidad y a todo el equipo que implementará la tecnología 5G, los problemas tecnológicos en el área de servicios telefónicos en el cantón Bolívar, para posteriormente en conjunto establecer estrategias que permitan el correcto mejoramiento de la calidad de la telefonía. Por

último, es necesario que se formen equipos para lograr establecer estrategias que apunten a cumplir el objetivo principal, estos equipos pueden estar formados por profesionales en telecomunicaciones y profesionales de la ESPAM MFL.

Los mencionados grupos deben presentar una planificación de las actividades estratégicas estableciendo las fechas de culminación, logrando así realizar una planificación general que será revisada por el equipo revisor.

### **3.3. Ejecución de estrategias para implementar la tecnología 5G en el cantón Bolívar.**

Para iniciar con la ejecución de las estrategias es necesario que se proponga una modificación en unos de los objetivos en el nuevo Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnología de la información Ecuador 2022, para que se establezca la necesidad de implementar la cobertura 5G en el país. Luego, es necesario que se gestione la aplicación de frecuencias que son necesarias para la adopción de 5G en el cantón Bolívar.

Para cumplir con el objetivo de la investigación es necesario que esta fase se realice en su totalidad, ya que ahora se deben aplicar todas las estrategias establecidas en la planificación macro, primero se deben instaurar los espectros requeridos para aplicar la nueva tecnología, luego adoptar los estándares e infraestructura requerida para la adopción 5G y por último realizar pruebas de funcionamiento en todo el cantón Bolívar.

A continuación, se evidencia la tabla que representa a las estrategias y actividades a realizar en el plan de acción, esta representación se la elaboró utilizando la metodología 5W2H, y para ejecutar este plan de acción es necesario contar con \$28.106.000,00 (veintiocho millones ciento seis mil 00/100 dólares de los Estados Unidos de América), en donde algunas de las actividades estratégicas pueden ser ejecutadas por algunos profesionales o investigadores voluntarios, pudiendo disminuir este costo.

| MATRIZ PLAN DE ACCIÓN 5W2H PARA LA ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA 5G EN EL CANTÓN BOLÍVAR |  |  |  |   |   |                       |                 |
|--|--|--|--|---|---|-----------------------|-----------------|
| FASES  | ¿Qué hacer? (Proyectos)  | ¿Por qué hacerlo?  | ¿Cómo hacerlo?   | ¿Quién debe hacerlo?  | ¿Dónde hacerlo?   | ¿Cuándo hacerlo?      | ¿Cuánto cuesta? |
| <b>1. Análisis de la cobertura actual del cantón Bolívar</b>                         | 1.1. Reconocimiento de la infraestructura tecnológica en la telefonía móvil existente en el cantón Bolívar | Identificar la infraestructura actual con la que cuenta la zona de estudio es necesaria para iniciar con la implementación de nuevas tecnologías.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentivar a las nuevas generaciones de profesionales en el área tecnológica que realicen investigaciones y propuestas para mejorar el servicio de telefonía móvil.</li> <li>• Apoyar a las instituciones públicas o privadas con las competencias en servicios de telefonía para la ejecución de proyectos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL)</li> <li>• CONECEL S.A.</li> <li>• OTECEL S.A.</li> <li>• CNT EP</li> <li>• ESPAM MFL</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantón Bolívar (Calceta, Quiroga y Membrillo)</li> </ul> | Primer semestre 2022  | \$23.500,00     |
|  | 1.2. Determinación del rango de cobertura de las antenas de telefonía celular en el cantón Bolívar.        | Determinar los rangos de cobertura de cada antena, permitirá identificar con espacios que aún carecen de servicio de telefónico y así contribuir al desarrollo tecnológico del cantón.                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar sobre las características de cada antena de telefonía encontrada en el cantón Bolívar.</li> <li>• Diagramar los espacios de cobertura de cada antena.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL)</li> <li>• CONECEL S.A.</li> <li>• OTECEL S.A.</li> <li>• CNT EP</li> <li>• ESPAM MFL</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantón Bolívar (Calceta, Quiroga y Membrillo)</li> </ul> | Primer semestre 2022  | \$20.800,00     |
| <b>2. Socialización del diagnóstico de la telefonía móvil en el cantón Bolívar</b>   | 2.1. Socializar el diagnóstico de la telefonía móvil del cantón Bolívar                                    | Es importante que la ciudadanía y todo el equipo identifiquen la problemática actual que presenta el cantón Bolívar en el área de telefonía celular, para posteriormente establecer estrategias que beneficien | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brindar charlas sobre la importancia que tiene la tecnología 5G en el cantón Bolívar.</li> <li>• Mostrar al equipo de trabajo la condición actual del servicio de telefonía móvil del cantón Bolívar.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL)</li> <li>• CONECEL S.A.</li> <li>• OTECEL S.A.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantón Bolívar (Calceta, Quiroga y Membrillo)</li> </ul> | Segundo semestre 2022 | \$13.600,00     |

|  |   |   |   |   |   |                       |             |
|--|---|---|---|---|---|-----------------------|-------------|
|  |   | al mejoramiento tecnológico.  |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• CNT EP</li> <li>• ESPAM MFL</li> <li>• GAD del cantón Bolívar.</li> </ul>  |   |                       |             |
|  | 2.2. Creación de equipos de trabajo para implementar la tecnología 5G | El objetivo del plan es lograr que el cantón Bolívar adopte una nueva tecnología de telefonía móvil, dicha meta no se logrará si solo una persona o un equipo se dedica a la ejecución de estrategias, este trabajo debe ser realizado por varios equipos que apunten al mejoramiento de la cobertura cantonal. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer temas de investigación para que los estudiantes y docentes de la ESPAM MFL, aporten al cumplimiento de las actividades de este plan.</li> <li>• ARCOTEL y todas las operadoras involucradas en el presente plan deberán incentivar a la formación de grupos de trabajos para cumplir la meta propuesta.</li> <li>• Establecer metas por equipos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL)</li> <li>• CONECEL S.A.</li> <li>• OTECEL S.A.</li> <li>• CNT EP</li> <li>• ESPAM MFL</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantón Bolívar (Calceta, Quiroga y Membrillo)</li> </ul> | Segundo semestre 2022 | \$49.500,00 |
|  | 2.3. Revisión de los avances de los equipos de trabajo.               | Es necesario que el trabajo realizado por los equipos establecidos sea revisado por un equipo.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un análisis de los proyectos de investigación y/o metas establecidas por equipos.</li> <li>• Realizar una revisión de los avances que cada equipo establecido.</li> <li>• Establecer un equipo revisor.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL)</li> <li>• CONECEL S.A.</li> <li>• OTECEL S.A.</li> <li>• CNT EP</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantón Bolívar (Calceta, Quiroga y Membrillo)</li> </ul> | Segundo semestre 2022 | \$15.000,00 |
| <b>3. Ejecución de estrategias para implementar la tecnología 5G</b> | 3.1. Proponer objetivos del Plan Nacional de Telecomunicaciones y     | Para iniciar con la ejecución de las estrategias y actividades propuestas en el presente plan de acción, es necesario que en el objetivo se incorporen  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proponer que en el macro-objetivo 1 del Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la información Ecuador</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Todo el territorio Nacional.</li> </ul>                  | Segundo semestre 2022 | \$10.000,00 |

|  |  |  |   |  |   |   |                 |
|--|--|--|---|--|---|---|-----------------|
|  | Tecnologías de la Información Ecuador 2022 - 2026  | metas en el Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la información referente a la implementación de 5G.   | 2022-2026 se establezca la necesidad de implementar la cobertura 5G.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información.</li> </ul>   |   |   |                 |
|  | 3.2. Permitir la aplicación de frecuencias que aporten a la tecnología 5G en las operadoras.       | Es importante que ARCOTEL permita la aplicación de nuevas frecuencias en el cantón Bolívar que permita desarrollar la tecnología 5G.                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Permitir que las operadoras existentes o nuevas inviertan en la aplicación de frecuencias necesarias para implementar la tecnología 5G en el cantón Bolívar.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL)</li> <li>CONECEL S.A.</li> <li>OTECEL S.A.</li> <li>CNT EP</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Todo el territorio Nacional.</li> </ul>                  | Segundo semestre 2022                           | \$10.000,00     |
|  | 3.3. Aplicación de las actividades y estrategias establecidas en cada uno de los equipos formados. | Aplicar las estrategias propuestas por cada uno de los equipos formados, es necesario para cumplir con la adopción de la tecnología 5G en el cantón Bolívar. | <ul style="list-style-type: none"> <li>ARCOTEL deberá establecer los espectros requeridos para la aplicación de 5G.</li> <li>Adoptar los estándares requeridos para la adopción de 5G.</li> <li>Realizar pruebas de funcionamiento de la tecnología 5G en el cantón Bolívar.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL)</li> <li>CONECEL S.A.</li> <li>OTECEL S.A.</li> <li>CNT EP</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cantón Bolívar (Calceta, Quiroga y Membrillo)</li> </ul> | Desde el Primer semestre 2023 hasta el año 2027 | \$27.963.600,00 |

## BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, F. & Margot, D. (2018). La Evolución de las Telecomunicaciones Móviles en América Latina y el Caribe. [https://www.idbinvest.org/sites/default/files/2018-09/tn4\\_spa\\_la\\_evolucion\\_de\\_las\\_telecomunicaciones\\_moviles\\_2018.pdf](https://www.idbinvest.org/sites/default/files/2018-09/tn4_spa_la_evolucion_de_las_telecomunicaciones_moviles_2018.pdf).
- ARCOTEL. (2020). Infraestructura y Cobertura. <https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/BoletinEstadistico-May2020-SMA-CoberturaInfraestructura.pdf>.
- Buenaño, D., & Terán, D. (2020). Estudio de la Infraestructura y el Espectro Radioeléctrico para la Implementación de la Tecnología 5G en las Ciudades de Quito y Guayaquil. Tesis, 1–100.
- Universidad Internacional de Valencia. (2018). Evolución de la red de comunicación móvil, del 1G al 5G. <https://www.universidadviu.com/int/actualidad/nuestros-expertos/evolucion-de-la-red-de-comunicacion-movil-del-1g-al-5g>.