



**DISEÑO DE UN NODO TECNOLÓGICO
PARA PROVEER LA CONECTIVIDAD DE ULTIMA MILLA
EN ZONAS RURALES AISLADAS
DEL DISTRITO DE BUENAVENTURA.**

PROYECTO DE GRADO

Yeison Barahona Sepúlveda

**Asesor
Álvaro Pachón PhD.**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS
SANTIAGO DE CALI
2019**

**DISEÑO DE UN NODO TECNOLÓGICO
PARA PROVEER LA CONECTIVIDAD DE ULTIMA MILLA
EN ZONAS RURALES AISLADAS
DEL DISTRITO DE BUENAVENTURA.**

Yeison Barahona Sepúlveda

**Trabajo de grado para optar al título de
Master en Gestión de Proyectos**

**Asesor
Álvaro Pachón PhD.**



**FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS
SANTIAGO DE CALI
2019**

CONTENIDO

RESUMEN	7
1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1 Contexto y antecedentes.....	10
1.1.1 <i>Sistemas de televisión empleados en Colombia.....</i>	11
1.1.2 <i>Tecnología wDOCSIS.....</i>	12
1.1.3 <i>Dispositivos TVWS.....</i>	13
1.1.4 <i>DVB-T2</i>	14
1.1.4 <i>Trabajos relacionados, Programa RRBS.....</i>	15
1.2 Descripción del Problema	16
1.2.1 <i>Relevancia del proyecto.....</i>	16
1.2.2 <i>Análisis de Causas</i>	18
1.2.3 <i>Análisis de Efectos.....</i>	18
1.3 Objetivo General	19
1.4 <i>Objetivos Específicos.....</i>	19
1.4.1 <i>Caracterizar socialmente a los pobladores de las zonas rurales del Distrito de Buenaventura.....</i>	19
1.4.2 <i>Identificar el portafolio de los servicios telemáticos ofrecidos por la solución tecnológica.....</i>	19
1.4.3 <i>Formular una propuesta para implementación, despliegue y operación de la solución tecnológica.....</i>	19
2 ANTECEDENTES	20
2.1 <i>Marco Jurídico.....</i>	20
2.1.1 <i>Condiciones de uso de dispositivos de espacios en blanco TVWS</i>	20
3 MARCO TEÓRICO	23
3.1 <i>Nodo Tecnológico</i>	23
3.2 <i>Conectividad de última milla</i>	24

3.2.1	Las tecnologías de acceso más extendidas	25
3.2.2	Las opciones minoritarias.....	26
3.3	<i>Conectividad en zonas rurales</i>	28
4	METODOLOGÍA	29
4.1	<i>Modelo metodológico en cascada</i>	29
4.2	<i>Definición del problema</i>	30
4.3	<i>Desarrollo</i>	30
4.4	<i>Mantenimiento</i>	30
4.5	<i>Relación entre las fases de la metodología</i>	30
4.6	<i>Estructura de Desglose de Trabajo - EDT</i>	31
4.7	<i>Diccionario de la Estructura de desglose de trabajo - EDT</i>	32
5	RESULTADOS	37
5.1	<i>Caracterización Sociológica</i>	37
5.1.1	Geografía.....	37
5.1.2	Demografía	39
5.2	<i>Identificación de Portafolio de Servicios Telemáticos</i>	45
5.2.1	Servicios de TIC's del área de tecnologías y sistemas de información	45
5.2.2	Producción de Contenidos.....	55
5.3	<i>Implementación, Despliegue y Operación del Nodo Tecnológico</i>	56
5.3.1	Implementación del Nodo Tecnológico.....	56
5.3.2	Despliegue del Nodo Tecnológico	62
5.4.3	Operación del Nodo Tecnológico.....	73
6.	CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.	85
7.	BIBLIOGRAFIA	86
8.	ANEXOS	89
8.1	<i>Resultados Pruebas de laboratorio FBG (Etapa Trial)</i>	89

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1 - Red, Nodos y Equipos Terminal	23
Ilustración 2 Tecnologías de Acceso.....	24
Ilustración 3 Última Milla o Red de Acceso	25
Ilustración 4 Modelo en Cascada	29
Ilustración 5 Estructura de Desglose de Trabajo - EDT.....	31
Ilustración 6 Buenaventura en el Departamento del Valle del Cauca.....	37
Ilustración 7 Población Desagregada por Área	39
Ilustración 8 Población desagregada por sexo en Buenaventura	40
Ilustración 9 Grupos Étnicos Buenaventura.....	41
Ilustración 10 Zona rural por: consejos comunitarios, resguardos y parques naturales.	41
Ilustración 11 Índice de la pobreza IPM en Buenaventura	43
Ilustración 12 Índice de Pobreza Multidimensional. DNP, SPSCV con datos del Censo 2005	44
Ilustración 13 Topología red UHF wDocsis.....	60
Ilustración 14 Planta solar fotovoltaica para CPE	61
Ilustración 15 Laboratorio de FBG, Ejecución del Test de interferencia señal de TV	63
Ilustración 16 Diseño de la prueba de interferencia TV	66
Ilustración 17 Test de interferencia señal de TV Digital DVB-T2.....	69
Ilustración 18 Test de interferencia señal de TV Analógica NTSC-M	69
Ilustración 19 Site Survey.....	73
Ilustración 20 Mapa de cobertura wDocsis en el Distrito de Buenaventura	74
Ilustración 21 Geo referenciación de los 5 puntos CPE	75
Ilustración 22 Estructura Organizacional Funcional	76
Ilustración 23 Fases de Implementación Proyecto Nodo Pacífico.....	78
Ilustración 24 Evaluación Financiera TIR, VPN, PRI.....	83
Ilustración 25 Resultados test TV Digital Downstream	89
Ilustración 26 Resultados test TV Digital Upstream	89
Ilustración 27 Resultados test TV Análoga Downstream y Upstream	90

Lista de Tablas

Tabla 1 - Análisis de Causas	18
Tabla 2 - Análisis de Efectos	19
Tabla 3 Relación entre las fases de la metodología	30
Tabla 4 Diccionario de la EDT	32
Tabla 5 Veredas del Distrito de Buenaventura	38
Tabla 6 Servicios a ofrecer por el área de Tecnologías y Sistemas de Información	46
Tabla 7 Ocupación de frecuencias servicio TV para el Departamento del Valle del Cauca.....	57
Tabla 8 Ubicación de los 5 puntos CPE	75
Tabla 9 Inversión y costos operativos	81

RESUMEN

En la actualidad existe reducida cobertura y enlace a internet, para los pobladores de las comunidades de la zona rural del Distrito de Buenaventura, Valle del Cauca.

Como una alternativa a la cobertura educativa a través de la construcción de sedes físicas en el litoral pacífico colombiano, la Universidad de Pacífico¹ decidió acudir a las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) para desarrollar un Campus Virtual, que ofrezca a todos los jóvenes de la región pacífica, en edad de ingresar a la educación superior, una opción más económica, democrática y oportuna².

A principios del año 2017 la Universidad del Pacífico conoce del Programa de Banda Ancha Rural Canadiense - RRBS, a través de la relación establecida con la corporación La Loma Project Canada Corp³, con la que formaliza un convenio de cooperación para la adopción de una tecnología que permite desarrollar una infraestructura de telecomunicaciones, cuyo modelo financiero y operativo facilita llevar servicios de telecomunicaciones a todo el pacífico colombiano y por medio de esta ofertar servicios de educación, a través de la modalidad virtual a toda la costa

1 La Universidad del Pacífico fue creada con la promulgación de la Ley 65 de 1988, como establecimiento público nacional de carácter docente y personería jurídica y autónoma de educación nacional. El objetivo señalado en la Ley es la formación científica, técnica y cultural a nivel superior en la costa pacífica colombiana, además de la investigación científica y técnica, la prestación de los servicios de asesoría técnica y científica en lo pertinente al desarrollo social, económico y ecológico de la costa pacífica y del país. www.unipacifico.edu.co

2 Censo del DANE 2018, publicado en el Boletín Técnico,

La Región Pacífica presenta indicadores educativos inferiores al promedio nacional siendo que "la población entre 17 y 24 años de edad, que teóricamente debería estar cursando educación superior, la asistencia escolar en la región fue del 32,9% en 2018, nivel inferior en 4,6 puntos frente al promedio nacional (37,5%) ". El análisis del indicador por área muestra una brecha amplia entre las cabeceras y centros poblados-rural disperso de la región: mientras que 41,9 de cada 100 jóvenes entre 17 y 24 que viven en las cabeceras recibieron educación formal, en la zona rural la relación es de 24,0 por cada 100 jóvenes. La brecha más grande se registró en Nariño, donde la asistencia en las cabeceras (44,5%) fue casi el doble del nivel en centros poblados y rural disperso (22,4%). "

(https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/2018/Region-bt-ECV-18-pacifico.pdf).

³ La Loma Projects Corp: su foco es la inversión de riesgo en investigación y apropiación de nuevas tecnologías de telecomunicaciones en dos campos fundamentales:

- La superación de la brecha digital en las comunidades rurales aisladas.
- La protección de la vida.

<https://lalomaprojects.ca/nosotros/>

pacífica desatendida por años; razón por la cual presentó la iniciativa ante el Ministerio de las Tecnologías de Información y Comunicaciones – MinTic y la Agencia Nacional del Espectro - ANE; por esta razón se formuló el proyecto de ciencia, tecnología e innovación Nodo Pacífico que demostró la factibilidad de la utilización de los TVWS para brindar conexión a internet en Colombia, a través de una prueba de laboratorio (Trial).

Con la finalidad de operar la infraestructura de telecomunicaciones a crear entre la Universidad del Pacífico y La Loma Projects y recibir la transferencia tecnológica de parte del fabricante de la tecnología canadiense (First Broadband Group - FBG⁴) se creó en el año 2018 el operador del Nodo Tecnológico Nodo Pacífico SAS ESP⁵. Finalizando el año 2019 en sesión del consejo superior de la universidad del pacifico se dio la autorización para la inversión en la creación de la infraestructura de telecomunicaciones denominada prueba piloto; de esta manera no solo se fortalecerá la posición de la Universidad del Pacífico en Ciencia y Tecnología en el contexto nacional de las IES; también se aportará y agregará valor a las condiciones de docencia e investigación de los programas de Ingeniería de Sistemas y Sociología y se generará una opción viable en el campo del desarrollo emprendedor para estudiantes, docentes y egresados, se dotará a la Universidad de una infraestructura habilitante para cumplir su objeto misional en el litoral pacífico vallecaucano, superando los obstáculos históricos de aislamiento geográfico

El objetivo del presente proyecto es diseñar una solución tecnológica para mejorar las condiciones de cobertura y el desempeño de los servicios de conexión a Internet para los pobladores de la zona rural del Distrito de Buenaventura.

⁴ FBG: Su misión y misión es contribuir a la sostenibilidad de las comunidades rurales y remotas en cualquier parte del mundo conectándolas al mundo digital, con la mayor facilidad y escalabilidad posible.
<https://firstbroadbandgroup.com/about-us/>

⁵ Nodo Pacífico SAS ESP fue constituida siguiendo las directrices de la Ley 1838 del 6 de Julio de 2017. La misión de NODO PACIFICO SAS ESP es constituirse en el promotor de la incorporación de la ciencia y la tecnología como agentes del desarrollo sustentable, primeramente, en la ciudad de BUENAVENTURA y la región Pacífica del Valle del Cauca.
www.nodopacifico.com

Por tal motivo se diseña un nodo con tecnología canadiense wDocsis que utiliza los espacios blancos de televisión TVWS para brindar cobertura y conexión a internet banda ancha para el 80% del territorio del litoral pacifico vallecaucano beneficiando a una población de 38.000 habitantes principalmente afrodescendientes e indígenas, sin generar interferencias en el servicio primario de la televisión, con velocidad de descarga de 50 Mbps y velocidad de subida de 21 Mbps sin línea de vista.

Como modelo metodológico para este proyecto se utilizará el modelo en Cascada siguiendo tres (3) fases: fase 1 de definición del problema, donde se realizará una caracterización sociológica de la población objeto de estudio, en fase 2 de desarrollo se definirá un portafolio de servicios y producción de contenidos y en fase 3 de mantenimiento se describe la implementación, despliegue y operación del nodo tecnológico.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Contexto y antecedentes

Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC⁶, tan solo el 3% de todo el territorio colombiano corresponde a zonas urbanas [1]. Al mismo tiempo, el 26% de la población vive en el 99,7% de zona rural. En estas 101.2 millones de "hectáreas verdes", viven 12 millones de colombianos, que son los más pobres y a los que con mayor dificultad llegan los servicios del estado.

En el año 2019, la fibra óptica fue desplegada en más de 1.000 cabeceras municipales. Sin embargo, casi el 70% de ellas sigue presentando un nivel de penetración a Internet muy por debajo de la media nacional, y sus veredas permanecen sin acceso, no cuentan con un sistema de banda ancha fijo o móvil [2]. Para los campesinos, indígenas y comunidades negras, esta es una falencia muy grande porque les impide beneficiarse de todos los recursos que se han sido desarrollados para ellos en los temas de gobierno en línea, economía digital, educación, salud, etc.

En un momento histórico en el cual la competitividad de las regiones y el desarrollo humano están más ligados que nunca al acceso a las TICs, superar el aislamiento de las zonas rurales se constituye en un asunto prioritario, más aún en el contexto del postconflicto. Hasta ahora, el principal obstáculo para llevar Internet a estas zonas remotas con baja densidad poblacional ha encontrado su causa en dos (2) elementos fundamentales. El primer obstáculo es la adopción de una tecnología apropiada para llevar a los habitantes de estas zonas la "ULTIMA MILLA" [3] de conectividad que les brinde gran capacidad de acceso a bajo costo (esta descripción

⁶ El Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, es la entidad encargada de producir el mapa oficial y la cartografía básica de Colombia; elaborar el catastro nacional de la propiedad inmueble; realizar el inventario de las características de los suelos; adelantar investigaciones geográficas como apoyo al desarrollo territorial; capacitar y formar profesionales en tecnologías de información geográfica y coordinar la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE).

deja por fuera los enlaces satelitales, las redes móviles y las redes de fibra o cobre) [4]. El segundo obstáculo es la determinación de un modelo de sostenibilidad económica que permita que estos servicios de Banda Ancha Rural dependan indefinidamente del subsidio estatal [4] [5].

1.1.1 Sistemas de televisión empleados en Colombia

La televisión es uno de los medios de comunicación masivos de Colombia. Fundada el 13 de junio de 1954, se ha caracterizado históricamente por sus altos índices de consumo por parte de la población nacional, ocupando un espacio importante en la vida de los ciudadanos. En la actualidad, se calcula que más del 95% de los hogares posee al menos un televisor en su hogar y más del 70% de los colombianos acostumbra a ver al menos una hora diaria de programación [6]. Las modalidades de televisión son definidas por la Comisión de Regulación de Comunicaciones - CRC ⁷ (órgano regulador del mercado de telecomunicaciones, televisión y servicios postales) de conformidad con la ley 1507 de 2012. Las licencias y títulos para prestar el servicio en cada modalidad son otorgadas por la Autoridad Nacional de Televisión - ANTV⁸, el órgano regulador del servicio en el país en materia de contenidos y licencias. Las modalidades incluyen canales nacionales, regionales, locales, por suscripción y DTH; los canales pueden ser de capital privado y público; los operadores del servicio por suscripción son concesionarios privados.

En el tema de la televisión por suscripción por cable, Colombia presenta importantes avances, reportando una cifra de casi 2 Millones de hogares conectados [6]. Algunas de las compañías que prestan el servicio bajo esta

⁷ La CRC: Colombia, modelo de ecosistema Digital, dinámico, autorregulado, innovador y sostenible que maximiza el bienestar social. Su Misión: La Comisión de Regulación de Comunicaciones promueve la interacción y el empoderamiento de los agentes del ecosistema digital para maximizar el bienestar social.

⁸ La ANTV, tiene por objeto: Brindar las herramientas para la ejecución de los planes y programas de la prestación del servicio público de televisión, con el fin de velar por el acceso a la televisión, garantizar el pluralismo informativo, la competencia y la eficiencia del servicio. y Ser el principal interlocutor con los usuarios y la opinión pública en relación con la difusión, protección y defensa de los intereses de los televidentes.

modalidad producen sus propios contenidos mediante canales locales. Igualmente, y también bajo la modalidad de cable televisión.

Colombia culminó en agosto de 2008 el proceso de selección del estándar de televisión digital terrestre. Se conformó un Comité Asesor de la Comisión Nacional de Televisión - CNTV⁹ encargado del tema, se consideraron cuatro estándares en la discusión: el estadounidense ATSC, el europeo DVB, el japonés ISDB-T y el chino DTMB (este último entró tardíamente al proceso). La decisión, aplazada varias veces, fue anunciada finalmente, el 28 de agosto de 2008. El estándar europeo DVB-T fue el elegido [6].

1.1.2 Tecnología wDOCSIS

Se trata de un estándar no comercial certificado por Cable Television Laboratories, Inc - CableLabs®¹⁰ que define los requisitos de la interfaz de comunicaciones y operaciones para los datos sobre sistemas de cable. DOCSIS son las siglas de Data Over Cable Service Interface Specification, en español: Especificación de Interfaz para Servicios de Datos por Cable [7], lo que permite añadir transferencias de datos de alta velocidad a un sistema de televisión por cable - CATV¹¹ existente [8] Muchos operadores de televisión por cable (cableoperadores) lo emplean para proporcionar acceso a Internet sobre una infraestructura de red híbrida de fibra óptica - cable coaxial - HFC [3] existente. La primera especificación DOCSIS fue la versión 1.0, publicada en marzo de 1997, su última versión es la 4.0, fue publicada en agosto de 2019.

El equipamiento se compone del componente CMTS (Cable Modem Termination System) [9], es el equipo que se encuentra ubicado en la cabecera de la compañía

⁹ La CNTV es la entidad del Estado que, en materia de televisión, planea, dirige y desarrolla las políticas; regula el servicio; gestiona el uso del espectro electromagnético; garantiza los derechos de televidentes y usuarios y los fines y principios del servicio, y promueve la competencia y la eficiencia en el sector.

¹⁰ CableLabs, tiene por objetivo inventar nuevas formas de hacer que la banda ancha sea más rápida y mejor. se esfuerza por mantener a las personas conectadas, así como por garantizar que las redes de cable sean la plataforma elegida para disfrutar de las últimas experiencias en entretenimiento y conectividad <https://www.cablelabs.com/about-cablelabs>

¹¹ CATV (Community Antenna Television) es un sistema de televisión que se ofrece a través de señales de radiofrecuencia que se transmiten a los televisores por medio de redes de fibra óptica o cables coaxiales.

de cable y que tiene como responsabilidad controlar los puertos de envío y recepción. Esto significa que para proporcionar una comunicación bidireccional necesitamos al menos dos puertos físicos - bajada/recepción y subida/envío (downstream y upstream). Debido al ruido en el canal de retorno, hay más puertos de subida que de bajada.

El otro componente es el equipo del cliente, junto con los periféricos asociados, se denominan Customer Premise Equipment - CPE [10]. Está conectado al cablemódem, el cual está conectado a su vez al CMTS, a través de la red Hybrid Fiber-Coaxial - HFC. Entonces el CMTS enrutará el tráfico entre la red de cable e Internet. Los operadores de cable tienen un control absoluto de la configuración de los cablemódems [11].

La tecnología wDOCSIS, la cual usa los TV White Spaces o TVWS, en español: espacios en blanco de televisión [12] y ofrece ventajas únicas que pueden implementarse en Colombia:

- 1) Un solo nodo inalámbrico puede cubrir 75 kilómetros a la redonda [13] [14].
- 2) Un usuario de banda ancha en wDOCSIS puede navegar a velocidades de hasta 50Mbps [13] [14].
- 3) El nodo y los equipos en la sede del usuario son sencillos de operar y muy robustos. En Canadá, las comunidades mismas los operan y soportan.

1.1.3 Dispositivos TVWS

Espacios En Blanco TVWS: Son frecuencias de la banda UHF¹² desde los 470 MHz hasta los 698 MHz que no están asignadas en un área específica y que pueden ser usadas por una aplicación de radiocomunicaciones de banda ancha en dicha área, sin causar interferencias perjudiciales a las estaciones de un servicio primario, tal

¹² UHF (Ultra High Frequency, 'frecuencia ultra alta') es una banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 300 MHz a 3 GHz. En esta banda se produce la propagación por onda espacial troposférica, con una atenuación adicional máxima de 1 dB si existe despejamiento de la primera zona de Fresnel.

como la radio difusión de televisión o servicio secundario a las que se le hayan asignado o se le asignen frecuencias en el futuro [15].

Dispositivo de Espacios en Blanco: Es un dispositivo con capacidad de geolocalización incorporada, que puede hacer uso de los TVWS mediante la interacción con una base de datos de espacios en blanco - BDEB [16].

1.1.4 DVB-T2

DVB-T2 son las siglas de Digital Video Broadcasting – Terrestrial 2, que significa Difusión de Video Digital - Terrestre de segunda generación. Es la extensión del estándar de televisión DVB-T [17], expedida por el consorcio Digital Video Broadcasting (DVB), ideado para la transmisión de difusión de televisión digital terrestre.

Colombia aprobó el sistema DVB-T2 a finales de 2011, este coexistió con el DVB-T primera generación hasta 2015, sólo en las ciudades de Bogotá y Medellín. El resto de ciudades solo tienen el DVB-T segunda generación, o la TDT-2 como se la conoce en Europa.

Esta nueva versión conlleva un mejor uso del espectro (entre un 30 y un 50% extra de ancho de banda) con lo que se consiguen canales en alta definición - HDTV [18] ocupando menos espectro radioeléctrico que con el DVB-T [17]. Los países que ya han comenzado a implantar el DVB-T tendrán que cambiar todos los receptores, lo que hará que el cambio en esos países se prolongue durante muchos años. Sin embargo, los países que aún están empezando pueden pasarse a este nuevo sistema, pues las antenas emisoras y las receptoras de la versión DVB-T son compatibles con la DVB-T2; tan sólo hay que cambiar los descodificadores, y, como serían países que apenas tienen codificadores, no habría ningún problema, consiguiéndose un mejor aprovechamiento del espectro [19].

1.1.4 Trabajos relacionados, Programa RRBS.

Uno de los países en el mundo que más éxito ha tenido en brindar conectividad a sus comunidades rurales incluyendo minorías étnicas y pueblos indígenas ha sido Canadá [20]. Con el segundo territorio más extenso del mundo y con un clima adverso (pulsos electromagnéticos, rangos extremos de temperatura, humedad superficial, tormentas eléctricas, etc), Canadá ha logrado superar ambos obstáculos con soluciones innovadoras como el programa Remote Rural Roadband System – RRBS [21] y dentro del mismo, First Broadband Group – FBG, es la unidad de I+D (Investigación y desarrollo) en nuevas tecnologías de conectividad para zonas remotas del conglomerado industrial canadiense M.I.K [21].

En los últimos 11 años, FBG ha construido redes en Canadá y EEUU para comunidades rurales aisladas y grupos de First Nations.

FBG posee una de las aplicaciones más avanzadas del mundo en banda ancha rural usando wDOCSIS.

Como ocurrió en Buffalo Lake, un pequeño asentamiento del grupo étnico Metis. a 180 kilómetros de Calgary, en la provincia de Alberta Canadá con una densidad de solo 2.1 personas por Km², era una de tantas poblaciones aborígenes sin acceso a Internet, hasta que, por encargo del gobierno federal, FBG instaló una red wDOCSIS usando los espacios blancos asignada a los canales de Televisión - TVWS. Gracias a esta red, el Internet llegó a los 700 habitantes de la zona.

El acceso pudo llegar a Buffalo Lake dado a que el gobierno federal aportó los recursos para instalar una red wDOCSIS en los espacios blancos de TV.

El primero de cuatro (4) nodos, cubrió un área de 3.848Km². Hoy en día dicha red es 100% de la comunidad y coexiste sin interferencias con los canales de TV [22] [23].

1.2 Descripción del Problema

El Distrito de Buenaventura es uno de los cinco (5) municipios más grandes en extensión territorial en el país [24], su casco urbano está conformada por doce (12) comunas entre la isla del cascajal y la zona continental que conforman aproximadamente el 1% de todo el territorio.

Los operadores actuales, tales como Movistar y Claro, entre otros, utilizan tecnologías de acceso a internet convencionales, fijo o móvil, que limita la cobertura y conectividad a internet, para habitantes de la zona rural del distrito [25] [26]. No se ha establecido en el país una tecnología de largo alcance y alta velocidad, que funcione ya probada en otros países, y que permita la conectividad a internet para pobladores rurales.

Consecuente con lo expuesto previamente, en la actualidad existe **reducida cobertura y enlace a internet, para los pobladores de las comunidades de la zona rural del Distrito de Buenaventura, Valle del Cauca.**

1.2.1 Relevancia del proyecto

Es urgente, tanto para la competitividad del Distrito Especial, como para el desarrollo económico de sus habitantes, propiciar todos los esfuerzos que puedan hacerse para superar la Brecha Digital acudiendo para ello tanto a la investigación y análisis de las tecnologías que estén disponibles a nivel mundial para la conectividad de zonas rurales aisladas

En el contexto nacional, el plan Vive Digital para la gente, establecido para el periodo 2014-2018 por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones MinTIC¹³, tiene como reto multiplicar por tres (3) la cantidad de conexiones a internet banda ancha, es decir, pasar de 8.8 millones de

¹³ El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) es la entidad que se encarga de diseñar planes y políticas para que la tecnología llegue a todos los departamentos y ciudades de Colombia.

conexiones en el año 2014, a 27 millones de conexiones para el 2018. Para lograr esta ambiciosa meta, entre los años 2010 y 2014 se instalaron 899 Puntos Vive Digital y 7621 Kioskos Vive Digital [27], los cuales brindan acceso a internet banda ancha en la gran mayoría de los municipios del país.

De igual manera, para incrementar el número de conexiones, el Estado ha consolidado alianzas con los operadores móviles para incrementar el acceso a banda ancha móvil, atando las asignaciones de espectro a obligaciones de cobertura en zonas rurales. No obstante, para alcanzar la meta de 27 millones de conexiones es necesario explorar alternativas para complementar el despliegue actual con nuevas tecnologías que provean internet banda ancha de manera confiable y a bajo costo.

Ya se han identificado y viabilizado en Colombia opciones tecnológicas en el estándar IEEE 802.11af [28] que hacen uso de los “espacios en blanco” del espectro radioeléctrico.

También, se ha establecido que existe otra aplicación tecnológica que aún no ha sido sometida a prueba en Colombia, denominada wDOCSIS [7], la cual se aplica en EEUU y especialmente en Canadá, dentro de un programa estatal denominado Rural Remote Broadband System - RRBS [21], la cual coincide con la TVWS en el uso de las porciones no usadas del espectro pero difiere con ésta en muchos aspectos, siendo uno de los más destacados la madurez de más de 10 años de uso en campo, los grandes alcances que permite sin necesidad de línea de vista, que han llegado hasta los 75 kilómetros de radio y la alta capacidad que asciende a 27 Mbps en downstream y 10Mbps en upstream [13] [21].

Siendo así, y considerando el estado del arte que la tecnología wDOCSIS ha alcanzado en Canadá, esta clase de solución podría convertirse en una interesante opción para extender el área de acceso a internet de banda ancha de los puntos y kioskos Vive Digital [29], llevando este servicio a bajo costo a

zonas rurales que actualmente no cuentan con conectividad ni acceso a internet, beneficiando encadenamientos productivos, servicios sociales y llevando la presencia del "estado digital" a regiones donde hoy no llegan las redes.

1.2.2 Análisis de Causas

En la Tabla 1, se realiza un análisis de las causas del problema. En la primera columna, se listan las causas directas, y en la segunda, las indirectas con el propósito de identificar por qué ocurre el problema.

Tabla 1 - Análisis de Causas

Causa Directa	Causa indirecta
No se han determinado socialmente las necesidades tecnológicas de la información, en las poblaciones, etnias y comunidades de la zona rural del Distrito de Buenaventura	Reducidos recursos de inversión para investigaciones sociológicas
Escasa construcción de contenidos para pobladores rurales, que puedan ser transmitidos vía internet	No hay asignación o disponibilidad de recursos
No se ha establecido la tecnología wDOCSIS de largo alcance, que funciona en otros países para pobladores rurales	Falta de acceso a la Tecnología wDOCSIS; ausencia de pruebas de compatibilidad de la Tecnología wDOCSIS ante dispositivos que operan espectro electromagnético de Colombia
Los Operadores actuales utilizan una tecnología de baja relación costo-beneficio, que limita la cobertura y conectividad a internet, para habitantes de la zona rural	No genera viabilidad económica para prestadores actuales del servicio en Colombia, con la tecnología que utilizan, ampliar masivamente su servicio de internet a zonas rurales
Escasa capacidad de funcionarios públicos para el manejo administrativo y ejecución de proyectos de inversión de recursos Públicos	Escasos recursos y disponibilidad de tiempo para capacitación de funcionarios

Fuente: Elaboración propia

1.2.3 Análisis de Efectos

En la Tabla 2, se realiza un análisis de los efectos del problema. En la primera columna, se listan los efectos directos, y en la segunda, los indirectos con el propósito de identificar las consecuencias de la ocurrencia del problema.

Tabla 2 - Análisis de Efectos

Efecto Directo	Efecto Indirecto
Deficiente desarrollo de Contenidos virtuales	Reducción en alternativas para educación, salud y otros para pobladores de las zonas rurales
Reducción de la difusión de la información	Limitantes en el acceso a la información
Desaprovechamiento de una tecnología diferente a las actuales en Colombia que posibilite a pobladores rurales mejorar su condición de acceso a internet	Limitantes para pobladores rurales al acceso de la información disponible vía web
Reducida prestación de diferentes servicios que se pueden desarrollar a través de Internet	Pobladores rurales sin acceso a internet y a información de posibles alternativas, comerciales, productivas y demás
Reducido porcentaje de participación y supervisión en ejecución de proyectos financiados con recursos públicos	Reducido acompañamiento del gobierno al cumplimiento de las metas propuestas en los diferentes planes de Desarrollo.

Fuente: Elaboración propia

1.3 Objetivo General

Diseñar una solución tecnológica para mejorar las condiciones de cobertura y el desempeño de los servicios de conexión a Internet para los pobladores de la zona rural del Distrito de Buenaventura.

1.4 Objetivos Específicos

- 1.4.1 Caracterizar socialmente a los pobladores de las zonas rurales del Distrito de Buenaventura.
- 1.4.2 Identificar el portafolio de los servicios telemáticos ofrecidos por la solución tecnológica.
- 1.4.3 Formular una propuesta para implementación, despliegue y operación de la solución tecnológica.

2 ANTECEDENTES

2.1 Marco Jurídico

2.1.1 Condiciones de uso de dispositivos de espacios en blanco TVWS.

El uso de los espacios en blanco en Colombia está enmarcado dentro de la reglamentación del espectro de libre utilización. Este hecho tiene un conjunto de implicaciones que se describen, explican y justifican a continuación.

El espectro de uso libre no se encuentra sujeto a una asignación. De acuerdo con el párrafo primero del artículo segundo de la Resolución 711 de 2016 de la Agencia Nacional del Espectro¹⁴ - ANE [30], se tiene que: “La utilización de espectro radioeléctrico en las bandas de frecuencias y bajo las condiciones establecidas en la presente resolución no requiere el permiso de uso del espectro de que trata el inciso primero del artículo 11 de la Ley 1341 de 2009” [31].

En caso de que se pretenda prestar servicios a terceros con el espectro de uso libre es necesario que el prestador de servicio se incorpore en el Registro de Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones y cumpla con el pago periódico de este registro de acuerdo con los artículos 15 y 10 de la Ley 1341 de 2009.

Así mismo, los dispositivos que hagan uso del espectro de libre utilización deberán operar bajo los parámetros técnicos señalados en el anexo técnico de la Resolución 711 de 2016 de la ANE [30] y deberán cumplir las normas que expida la ANE en cuanto a la exposición del público a niveles de energía de radio (ver párrafo del artículo tercero de dicha resolución).

Finalmente, el artículo quinto de la Resolución 711 de 2016 de la ANE [30] establece que los dispositivos de uso libre no podrán causar interferencias a estaciones del

¹⁴ La Agencia Nacional del Espectro (ANE) es una entidad colombiana que brinda atención al Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (MinTIC) en la planeación, atribución, vigilancia y control del espectro radioeléctrico en Colombia. Además, se encarga del desarrollo de planes, programas y políticas relacionadas con su ámbito de competencia y la formación de expertos. También promueve la disponibilidad del espectro para la masificación de la banda ancha inalámbrica y busca la ampliación de la cobertura y el mejoramiento de los servicios por parte de los proveedores de redes.

servicio primario o secundario ni podrán reclamar protección contra interferencias causadas por estas estaciones. En caso en el cual un dispositivo de uso libre genere interferencias deberá suspender la operación y no podrá reanudarla hasta que se subsane dicha interferencia, so pena de las sanciones previstas en la Ley 1341 de 2009 [31].

Teniendo en cuenta que en varios municipios mayores a cien mil habitantes la banda 470 a 698 MHz no es ampliamente usada por los servicios primarios, es posible usar los espacios en blanco en dichos municipios sin que se generen interferencias perjudiciales a los servicios primarios [22].

Por lo tanto, se elimina la restricción de operación en los municipios con población mayor a cien mil habitantes. De esta forma, no se restringe la disponibilidad de canales en municipios de acuerdo con el número de habitantes.

No obstante, para garantizar la protección contra interferencias a los servicios primarios en los municipios donde sí se usa la banda 470MHz a 698MHz ampliamente, la disponibilidad de canales calculada por la Base de datos espacios en blanco - BDEB [32] tendrá en cuenta las interferencias co-canal y de canal adyacente considerando hasta el tercer canal adyacente, sobre las asignaciones actuales y proyectadas.

La disponibilidad de canales para un dispositivo de espacios en blanco se calcula de forma que se pueda garantizar la protección contra interferencias a los servicios primarios. Es decir, los canales disponibles entregados por la BDEB [32] serán aquellos que no causen interferencias perjudiciales a los servicios primarios con asignaciones en zonas cercanas.

No obstante, las asignaciones de los servicios primarios cambian con el tiempo, lo cual a su vez modifica la cantidad de canales disponibles. Como ejemplos de esto se tiene la instalación de nuevas estaciones de televisión digital terrestre y la migración de frecuencias de estaciones de televisión existentes.

Por lo tanto, la disponibilidad de canales para el uso de espacios en blanco puede variar dependiendo de las modificaciones en las asignaciones del servicio primario.

Cabe resaltar que la ANE no informará a los usuarios de dispositivos de espacios en blanco de la modificación de la disponibilidad.

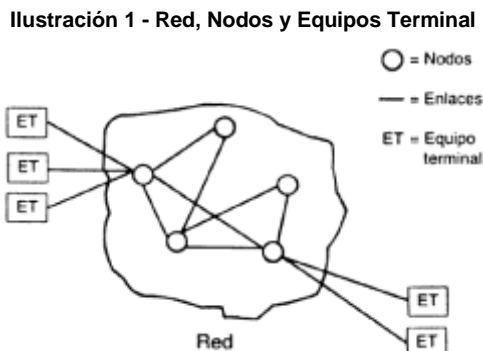
Ahora bien, es posible conocer la disponibilidad de canales en una zona previo a la puesta en marcha de un dispositivo de espacios en blanco. Para esto, la BDEB tendrá una interfaz gráfica de público acceso, mediante la cual se puede conocer la lista de canales disponibles en una zona.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 Nodo Tecnológico

Un sistema de telecomunicaciones consiste en una infraestructura física a través de la cual se transporta la información desde la fuente hasta el destino, y con base en esa infraestructura se ofrecen a los usuarios los diversos servicios de telecomunicaciones. En lo sucesivo, se denominará "red de telecomunicaciones" a la infraestructura encargada del transporte de la información. Para recibir un servicio de telecomunicaciones, un usuario utiliza un equipo terminal a través del cual obtiene entrada a la red por medio de un canal de acceso. Cada servicio de telecomunicaciones tiene distintas características, puede utilizar diferentes redes de transporte, y, por tanto, el usuario requiere de distintos equipos terminales. Por ejemplo, para tener acceso a la red telefónica, el equipo terminal requerido consiste en un aparato telefónico; para recibir el servicio de telefonía celular, el equipo terminal consiste en teléfonos portátiles con receptor y transmisor de radio, etcétera. En redes de computadoras cada una de las máquinas es un nodo, y si la red es Internet, cada servidor constituye también un nodo.

En general se puede afirmar que una red de telecomunicaciones consiste en las siguientes componentes: a) un conjunto de nodos en los cuales se procesa la información, y b) un conjunto de enlaces o canales que conectan los nodos entre sí y a través de los cuales se envía la información desde y hacia los nodos (Ver ilustración1).



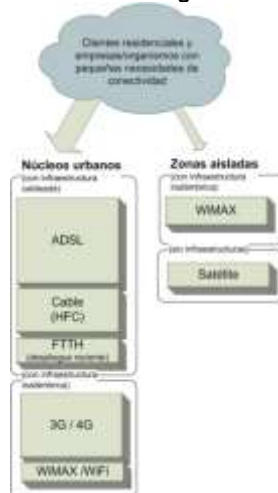
Fuente: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/149/htm/sec_8.htm

Para fines ilustrativos, se puede establecer una analogía entre las telecomunicaciones y los transportes. En los transportes, la red está constituida por el conjunto de carreteras de un país y lo que en ellas circulan son vehículos, que a su vez dan servicio de transporte a personas o mercancías. En las telecomunicaciones se transporta información a través de redes de transporte de información.

3.2 Conectividad de última milla

La parte de las redes que conecta los usuarios finales (residenciales o corporativos) a las redes de las operadoras de telecomunicaciones se conoce como red de acceso, aunque también está muy extendida la denominación “última milla”. Las tecnologías de acceso existentes más comunes en la actualidad para cubrir la conectividad en esta última milla para usuarios residenciales o empresas con necesidades de conectividad, son: Fijas tales como: ADSL y Cable Modem; o Móvil como: 3G para centros urbanos y Satélite y WiMax para zonas aisladas, entre otras [33] (Ver ilustración 2).

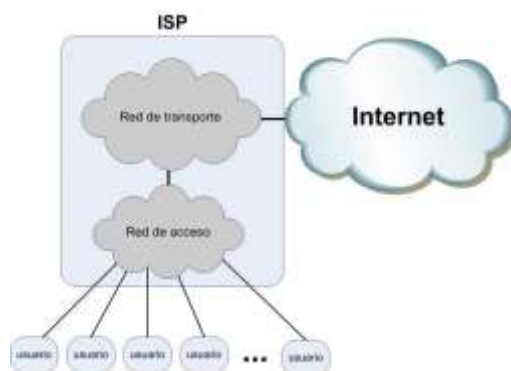
Ilustración 2 Tecnologías de Acceso



Fuente: <http://redestelematicas.com/la-ultima-milla/>

El término de última milla [33] se comenzó a utilizar en telefonía para referirse a la conexión entre el abonado y la central telefónica. A esta conexión, también se la conoce como bucle de abonado. Todas las conexiones entre los abonados y las centrales forman la llamada red de acceso. Mientras que las conexiones entre las diferentes centrales de diferente jerarquía forman lo que se conoce como red de transporte. La última milla es la parte de las infraestructuras de la red de un operador que tiene el costo más alto (Ver Ilustración 3).

Ilustración 3 Última Milla o Red de Acceso



Fuente: <http://redestelematicas.com/la-ultima-milla/>

3.2.1 Las tecnologías de acceso más extendidas

3.2.1.1 ADSL (Asymmetrical Digital Subscriber Line): Es la “tecnología de última milla” más utilizada por los clientes residenciales y pequeñas empresas en muchos países. Esto es debido a que se aprovecha la red de acceso de cable de cobre de los operadores telefónicos, es decir, la red de acceso utilizada para el teléfono tradicional. La gran ventaja que supone es que no es necesario instalar nuevos y costosos tendidos de cable [33].

3.2.1.2 HFC (Híbrido Fibre Coaxial): El término HFC se refiere a una red de comunicaciones que utiliza cableado de fibra óptica en la red de distribución y cable coaxial en la red de acceso. Este tipo de redes se desplegaron en muchos casos

para ofrecer servicios de televisión por cable, aunque en la actualidad estas redes se han adaptado para ofrecer a través de ellas servicios de acceso a Internet [33].

Gracias a las mejores prestaciones del cable coaxial frente al cable trenzado de cobre, con el adecuado dimensionamiento, estas redes pueden ofrecer mejores características que el acceso por ADSL.

3.2.1.3 Móvil 3G: es el nombre genérico que se utiliza para referirse a las tecnologías de transmisión de datos utilizando la red de telefonía móvil (en Latinoamérica: telefonía celular). Posiblemente sea la tecnología de acceso o de última milla que más ha crecido en los últimos años [33].

Actualmente, casi todos los nuevos terminales móviles del mercado permiten hacer uso de las tecnologías 3G. Al igual que en ADSL, las prestaciones de la conexión 3G dependen de las características del propio enlace (en este caso inalámbrico) entre el terminal móvil y la estación que le da servicio. Además, existen varias tecnologías desplegadas en torno a 3G con diferentes velocidades y prestaciones como son EDGE¹⁵, WCDMA¹⁶, HSDPA¹⁷ y HSDPA+¹⁸.

3.2.2 Las opciones minoritarias

3.2.2.1 WiMAX: Es una tecnología inalámbrica desarrollada bajo el estándar IEEE 802.16¹⁹. Está pensada para la creación de redes metropolitanas inalámbricas y

¹⁵ EDGE - Enhanced Data Rates for GSM Evolution (Tasas de Datos Mejoradas para la Evolución del GSM). Es una tecnología de telefonía móvil celular, que actúa como puente entre las redes 2G y 3G. EDGE se considera una evolución del GPRS (General Packet Radio Service). Esta tecnología funciona con redes GSM (Global System for Mobile communications)

¹⁶ WCDMA- Wideband Code Division Multiple Access (Acceso múltiple por división de código de banda ancha) cuyo acrónimo es WCDMA, es la tecnología de acceso móvil en la que se basan varios estándares de telefonía móvil de tercera generación (3G)

¹⁷ HSDPA (High Speed Downlink Packet Access), también denominada 3.5G, 3G+ o mini 3G, es la optimización de la tecnología espectral UMTS/WCDMA, una tecnología basada en conexiones minis, de menor velocidad a el promedio que 3G y 4G

¹⁸ Evolved HSPA (HSPA Evolucionado), es un estándar de internet móvil definido en la versión 7 de 3GPP y posteriores. provee velocidades de hasta 84 Mbps de bajada y 22 Mbps de subida, a través de una técnica multi-antena conocida como MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) y modulación 64-QAM

¹⁹ IEEE 802.16 es una serie de estándares inalámbricos de banda ancha publicados por el Institute of Electrical and Electronics Engineers IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos). Se trata de una especificación para las redes de acceso

como tecnología de acceso de última milla. Es una solución utilizada sobre todo en zonas donde no se pueden ofrecer servicios de banda ancha mediante cable.

3.2.2.2 Satélite: El acceso a Internet mediante un satélite es la única opción viable en muchas zonas, especialmente zonas rurales, montañosas o de difícil acceso donde no existe tendido de cable ni cobertura 3G; presenta muy altos costos de implementación y operación.

Para utilizar un acceso por satélite es necesario el uso de una antena parabólica y de un módem DVB-S²⁰ específico para este tipo de conexiones que permite comunicación bidireccional.

3.2.2.3 Wi-Fi: es una tecnología inalámbrica para dar servicio a redes de datos LAN. Sin embargo, en ciertas condiciones puede ser utilizada como tecnología de acceso a operadores locales y pequeños ISPs²¹ para el acceso a su red de transporte. En estos casos se utilizan antenas exteriores con una mayor área de cobertura que los puntos de acceso/routers Wi-Fi utilizados en interiores.

3.2.2.4 FTTH (Fiber-To-The-Home): es una tecnología de telecomunicaciones que consiste en la utilización de cableado de fibra óptica y sistemas de distribución ópticos para la provisión de servicios de Internet, Telefonía IP y Televisión (IPTV) a hogares, negocios y empresas.

metropolitanas inalámbricas de banda ancha fijas (no móvil) publicada inicialmente el 8 de abril de 2002. En esencia recoge el estándar de facto WiMAX.

²⁰ Satmódem (por satellite modem, en inglés, abreviadamente SM) es un módem que se emplea para establecer una transmisión de datos con un satélite de comunicaciones.

²¹ (ISP, por las siglas en inglés de Internet service provider) es la empresa que brinda conexión a Internet a sus clientes. Un ISP conecta a sus usuarios a Internet a través de diferentes tecnologías como ADSL, cablemódem, GSM, dial-up, etc.

El principal problema es el elevado coste que supone su despliegue ya que es necesario llevar el cableado de fibra óptica a cada abonado

3.3 Conectividad en zonas rurales.

La globalización de la educación y las necesidades actuales de mejorar el acceso y uso de las tecnologías de la informática y computación, imponen generar las condiciones necesarias para eliminar o acortar la nueva brecha digital, la cual no habla únicamente de las diferencias entre países, sino de la fisura existente entre las regiones de un mismo país, habiendo una marcada desigualdad entre el acceso a TIC en las zonas urbanas y las zonas rurales.

El deficiente acceso a las TIC en la zona rural ha sido motivado por al menos dos factores importantes:

En primer lugar, el alto costo de implementación de infraestructuras tecnológicas en las zonas rurales, las cuales poseen un bajo porcentaje de elementos humanos en una amplia zona geográfica. Esta situación provoca que las empresas proveedoras de estos servicios no tengan como objetivo incursionar en estas áreas.

En segundo lugar, los países en vías de desarrollo no están en la capacidad de tender fibra óptica que permita a estos centros poblacionales rurales, tener acceso a tecnología como el Internet. Ante estas dificultades surgen tecnologías aplicables para subsanar este tipo de problemáticas. Básicamente hablamos de las tecnologías inalámbricas.

4 METODOLOGÍA

4.1 Modelo metodológico en cascada

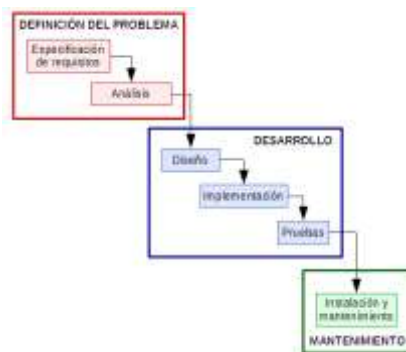
Como modelo metodológico para abordar este proyecto se utilizará el Modelo en Cascada dado que se encuentran claramente establecidos los objetivos y las actividades de dentro de ellos. Por lo tanto, no existe incertidumbre respecto de las actividades por desarrollar, ni de los resultados que dichas actividades produzcan. El desarrollo de este Trabajo de grado, se descompone en tres etapas: definición del problema, desarrollo y mantenimiento. Cada una de ellas se ejecutará una tras otra, de forma lineal, así sólo cuando la primera fase se termina se puede empezar con la segunda, y así progresivamente.

Este modelo asume que todo se lleva a cabo y tiene lugar tal y como se había planeado en la fase anterior, y no es necesario pensar en asuntos pasados que podrían surgir en la siguiente fase. Este modelo es recomendable cuando el tipo de proyecto tiene un enfoque predictivo.

En la Ilustración 4, se presentan las tres fases en las cuales se agrupan las etapas de este tipo de ciclo de vida:

1. Definición del problema
2. Desarrollo
3. Mantenimiento

Ilustración 4 Modelo en Cascada



Fuente: http://agrega.juntadeandalucia.es/repositorio/20022017/6b/es-an_2017022012_9122843/51_ciclo_de_vida_clsico_o_en_cascada.html

4.2 Definición del problema

Esta fase incluye tanto la especificación de requisitos como el análisis del sistema.

4.3 Desarrollo

Esta fase abarca el diseño, la implementación y las pruebas del sistema.

4.4 Mantenimiento

Esta fase contempla la instalación y el mantenimiento del sistema.

4.5 Relación entre las fases de la metodología.

Finalmente, a modo de resumen, se presenta una relación entre las Fases de la Metodología que será utilizada en la ejecución del Trabajo de Grado, los Entregables del mismo y cada uno de los objetivos específicos propuestos (Ver Tabla 3).

Tabla 3 Relación entre las fases de la metodología

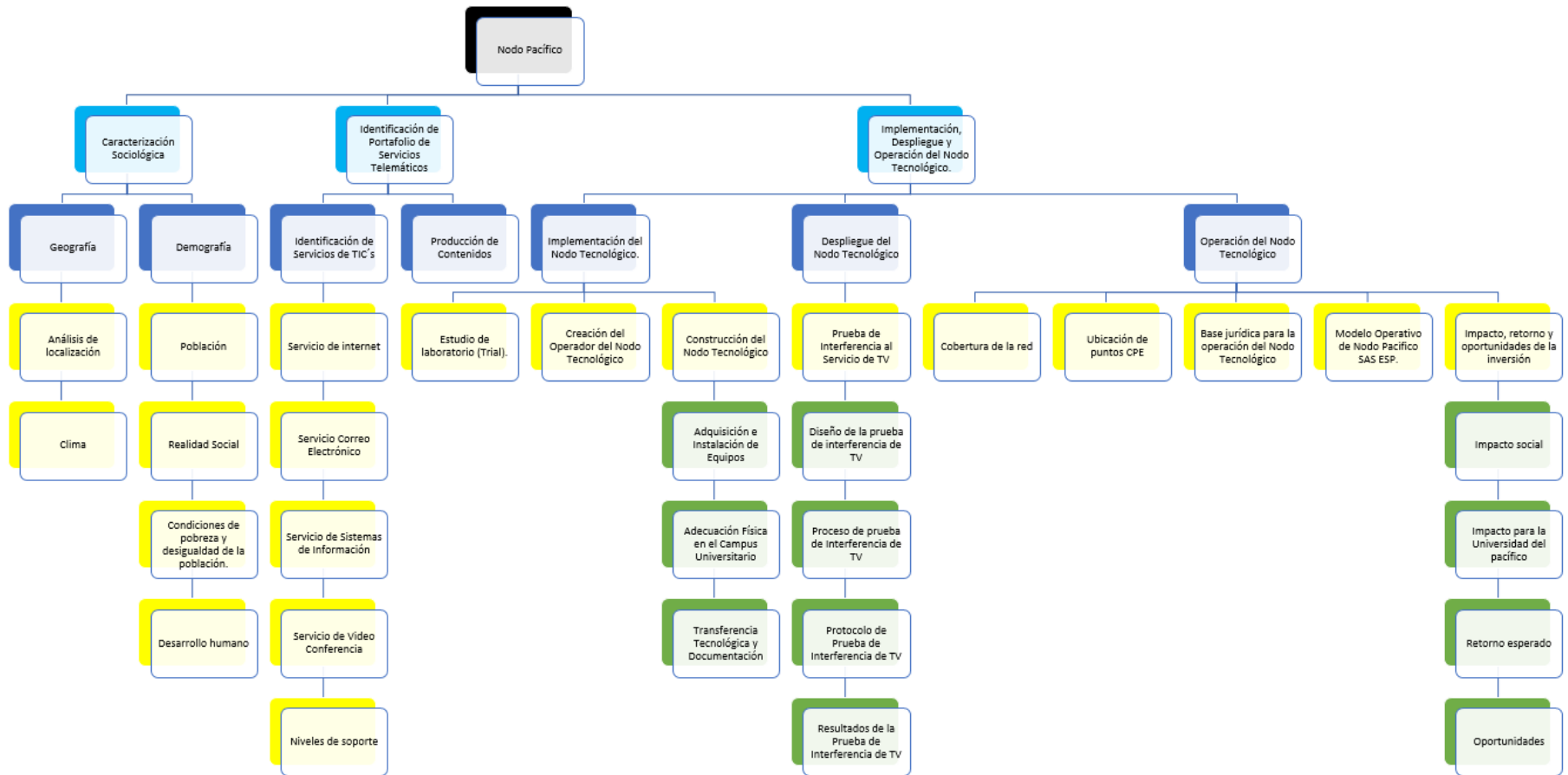
Fase	Entregable(s)	Objetivo Específico
Fase I – Definición del problema	Caracterización sociológica	Objetivo específico 1
Fase II – Desarrollo	Portafolio de servicios telemáticos	Objetivo específico 2
	Producción de contenidos	
Fase III – Mantenimiento	Informe de implementación	Objetivo específico 3
	Informe de despliegue	
	Informe de operación	

Fuente: Elaboración propia

4.6 Estructura de Desglose de Trabajo - EDT

De acuerdo con la metodología propuesta y las actividades por desarrollar, se propone la siguiente Estructura de Desglose de Trabajo que orientará el trabajo y la propuesta formulada en este trabajo.

Ilustración 5 Estructura de Desglose de Trabajo - EDT



Fuente: Elaboración propia

4.7 Diccionario de la Estructura de desglose de trabajo - EDT

En la Tabla 4, se presenta el diccionario de la estructura de desglose de trabajo - EDT. En la primera columna, se listan las actividades, y en la segunda, sus respectivas descripciones, con el propósito de realizar una descripción detallada del contenido de cada uno de los componentes de la EDT.

Tabla 4 Diccionario de la EDT

Código/Actividad	Descripción
1 Proyecto Nodo Pacífico	Proyecto que tiene por objetivo diseñar una solución tecnológica para mejorar las condiciones de cobertura y el desempeño de los servicios de conexión a Internet para los pobladores de la zona rural del Distrito de Buenaventura.
1.1 Caracterización Sociológica	Realizar una caracterización social demográfica de la población objeto de estudio
1.1.1 Geografía	Describir las características geográficas del territorio habitado por la población objeto de estudio
1.1.1.1 Análisis de localización	Describir la ubicación del territorio habitado por la población objeto de estudio
1.1.1.2 Clima	Describir las características climáticas del territorio habitado por la población objeto de estudio
1.1.2 Demografía	Obtener las estadísticas de la población objeto de estudio por edades, situación familiar, grupos étnicos, actividades económicas y estado civil; las modificaciones de la población, nacimientos, matrimonios y fallecimientos; esperanza de vida, estadísticas sobre migraciones, sus efectos entre otros.
1.1.2.1 Población	Obtener las estadísticas de la población objeto de estudio por grupos etarios, grupos étnicos y sexo.
1.1.2.2 Realidad Social	Determinar las estadísticas de las condiciones sociales de la población objeto de estudio
1.1.2.3 Condiciones de pobreza y desigualdad de la población.	Determinación de las estadísticas de las condiciones de pobreza y desigualdad de la población objeto de estudio
1.1.2.4 Desarrollo humano	Determinación de las estadísticas de las condiciones de desarrollo humano de la población objeto de estudio

1.2 Identificación de Portafolio de Servicios Telemáticos	Creación del portafolio de servicios Tics para apalancar los objetivos del negocio
1.2.1 Servicios de TIC's del área de tecnologías y sistemas de información	Creación de los servicios de Tics que harán parte del Portafolio de servicios
1.2.1.1 Servicio de internet	Creación de un servicio que brinde un medio de comunicación seguro y confiable para la transmisión y recepción de información (voz, datos, videos e imágenes entre otros) con el exterior.
1.2.1.2 Servicio Correo Electrónico	Creación de un servicio que permite a los usuarios de la organización el intercambio de mensajes, a través de una cuenta de correo electrónico institucional, que facilite el desarrollo de sus funciones
1.2.1.3 Servicio de Sistemas de Información	Creación de un servicio que ofrece al usuario sistemas de información que apoyen la gestión y toma de decisiones de sus procesos.
1.2.1.4 Servicio de Video Conferencia	Creación de un servicio que establece comunicación de audio video en tiempo real entre la Presidencia de la República y cualquier punto externo con el que se pretenda intercambiar información de forma ágil y oportuna.
1.2.1.5 Niveles de soporte	Establecimiento de los niveles o capas para brindar la asistencia técnica a los servicios brindados por el área de tecnología.
1.2.2 Producción de Contenidos	Crear los contenidos con un enfoque diferencial étnico con carácter educativo de interés para los corregimientos de la zona rural, especialmente para el mejoramiento de las actividades productivas de cada comunidad (Agricultura, pesca, etcétera) traducidos a los 9 dialectos de las etnias indígenas que habitan la zona objeto de estudio
1.3 Implementación, Despliegue y Operación del Nodo Tecnológico.	Realizar los procesos de implementación, despliegue y operación del Nodo Tecnológico wDocsis

1.3.1 Implementación del Nodo Tecnológico.	Realizar la implementación del nodo tecnológico wDocsis, que comprende las tareas de realización del estudio trial, la creación del operador tecnológico para el Nodo y la construcción del NOCC.
1.3.1.1 Estudio de laboratorio (Trial)	Realizar un estudio de laboratorio (Trial) de la tecnología de banda ancha wDOCSIS en los laboratorios de First Broadband Group - FBG, utilizando el espectro disponible en el rango de frecuencias 470 a 698 MHz, conocido como espacios en blanco de TVWS, con el fin de evaluar la compatibilidad de esta tecnología con el servicio de radiodifusión de Tv analógica y digital.
1.3.1.2 Creación del Operador del Nodo Tecnológico	Constituir una Spin-Off Universitaria para operar el Nodo Tecnológico wDocsis, según lo establecido por la Ley 1838 del 6 de Julio de 2017
1.3.1.3 Construcción del Nodo Tecnológico	Realizar las tareas de adquisición de equipos tecnológicos, las adecuaciones de obras civiles, cableado estructurado entre otras para la instalación de equipos tecnológicos; y la y transferencia tecnológica requerida para la instalación y operación del Nodo Tecnológico
1.3.1.3.1 Adquisición e Instalación de Equipos	Realizar la adquisición e Instalación de Equipos tecnológicos para la construcción del NOCC
1.3.1.3.2 Adecuación Física en el Campus Universitario	Realizar las adecuaciones físicas al espacio determinado dentro de la sede Campus de la Universidad del Pacífico para la instalación de los equipos tecnológicos, así también como la dotación y el amoblamiento.
1.3.1.3.3 Transferencia Tecnológica y Documentación	Realizar la transferencia de conocimiento por parte del equipo asesor de FBG a los profesionales de Nodo Pacífico SAS ESP para garantizar la correcta instalación y soporte del Nodo Tecnológico. Además de las pruebas en campo
1.3.2 Despliegue del Nodo Tecnológico	Realizar la preparación para la puesta a punto y salida en vivo del Nodo Tecnológico.

1.3.2.1 Prueba de Interferencia al Servicio de TV	Demostrar la capacidad del sistema wDOCSIS para operar en el espectro UHF como un servicio secundario que no interferirá con los servicios de televisión existentes (servicios primarios).
1.3.2.2 Diseño de la prueba de interferencia de TV	Presentar el diseño de la prueba de interferencia inyectada desde la estación base y el CPE sobre la señal de difusión de televisión digital y analógica, utilizando una separación entre canales en cada escenario y seleccionando un rango de canales de TV para Upstream y para Downstream
1.3.2.3 Proceso de prueba de Interferencia de TV	Seguir las instrucciones determinadas por la Agencia Nacional del Espectro - ANE con el propósito determinar la no interferencia a la señal del servicio primario de Televisión por parte del Nodo Tecnológico wDocsis
1.3.2.4 Protocolo de Prueba de Interferencia de TV	Presentar el protocolo a seguir para el desarrollo de la prueba de interferencia inyectada desde la estación base y el CPE sobre la señal de difusión de televisión digital y analógica, utilizando una separación entre canales en cada escenario y seleccionando un rango de canales de TV para Upstream y para Downstream
1.3.2.3 Resultados de la Prueba de Interferencia de TV	Presentar los resultados y conclusiones de la prueba de interferencia al servicio primario de TV por parte de la señal secundaria wDOCSIS.
1.3.3 Operación del Nodo Tecnológico	Realizar la salida en vivo, operación y soporte de la operación del Nodo Tecnológico
1.3.3.1 Cobertura de la red	Realizar el estudio de cobertura teniendo en cuenta factores de ruido electro magnético, geográficos, ambientales
1.3.3.2 Ubicación de puntos CPE	Determinar el aprovisionamiento e instalación de cinco (5) puntos cliente del Nodo Tecnológico dentro de la cobertura de red analizada
1.3.3.3 Base jurídica para la operación del Nodo Tecnológico	Dar cumplimiento a los requerimientos jurídicos aprobados por MinTic para operar el nodo tecnológico wDOCSIS en
1.3.3.4 Modelo Operativo de Nodo Pacifico SAS ESP.	Determinar la estructura funcional del Operador Tecnológico, que permita soportar la operación del Nodo Tecnológico

1.3.3.5 Impacto, retorno y oportunidades de la inversión	Medir el cumplimiento de los beneficios por la implementación y operación del Nodo Tecnológico para todos los interesados.
1.3.3.5.1 Impacto social	Determinar el impacto social a la población objeto de estudio con la implementación y operación del Nodo Tecnológico
1.3.3.5.2 Impacto para la Universidad del pacífico	Determinar el impacto para la Academia con la implementación y operación del Nodo Tecnológico
1.3.3.5.3 Retorno esperado	Determinar el impacto económico para el operador tecnológico con la operación del Nodo Tecnológico
1.3.3.5.4 Oportunidades	Determinar otras oportunidades comerciales para el operador tecnológico con la operación del Nodo Tecnológico

Fuente: Elaboración propia

5 RESULTADOS

5.1 Caracterización Sociológica

5.1.1 Geografía

5.1.1.1 Análisis de localización

El Distrito Especial, Industrial, Portuario, Bio-diverso y Eco-turístico de Buenaventura, denominado de acuerdo a la ley 1617 del 5 de febrero de 2013; está ubicado en el Departamento del Valle del Cauca, el distrito especial limita por el norte con el departamento del Chocó, por el oriente con los municipios de Jamundí, Cali, Dagua y Calima Darién, por el sur con el Departamento del Cauca y por el occidente con el Océano pacífico (Ver ilustración 6)

Ilustración 6 Buenaventura en el Departamento del Valle del Cauca

UBICACIÓN	3°52'35"N 77°4'10"W
ALTITUD	7 MSNM
DISTANCIA	115 KM DE Cali
SUPERFICIE	6.078 Km ²
SUPERFICIE URBANO	2.948 HA
SUPERFICIE RESTO	607.800 Ha



Fuente: <http://www.centrodememoriahistorica.gov.co/descargas/informes2015/buenaventuraPuebloSinComunidad/buenaventura-un-puerto-sin-comunidad.pdf>

Buenaventura es la ciudad de mayor extensión en el litoral pacífico, cuenta con el territorio distrital más grande del Departamento del Valle del Cauca con un total de (6.297Km²) [34], superficie que corresponde con el 28% del territorio Departamental. Su casco urbano se distribuye en doce (12) comunas; y su extensión rural esta zona está dividida en (19) corregimientos, a su vez conformadas por 258 veredas (Ver tabla 4) [34].

Tabla 5 Veredas del Distrito de Buenaventura

Corregimiento	Veredas que incluye.	Cantidad
1 Bajo Calima	La Ligia, La Florencia, Bellavista Rio Calima, La Divisa, Comunidad Indígena Ipu Euja - Arenal, Guamito, Miasama, San Luis, Villa Estella, Comunidad Wounaan Phoborr Pueblo Wounaan Nonan, El Crucero, Km 11, El Guineo Km 14, Bajo Calima, Sabacal, Com. Indígena la Mojarrá Pueblo Wounaan, Cab. Indígena Yu Luuck Pueblo Nasa, La Brea, La Florida, Comunidad Indígena Chonara Euja.	20
Corregimiento 2	Gamboá, Caucana, Can Joaquín, Las Brisas Km 12, La Paz Km 27, San Isidro, La Trojita, Comunidad Indígena Wuanana de Guayacán Santa Rosa Pueblo Wuanan Nonan, El Ceibito, Guadual, Guayacán, Colabarco	12
3 Punta Magdalena.	Resguardo Indígena Unión Agua Clara Pueblo Wounaan, Comunidad Indígena Pitalito Chamapuro pueblo Wounaan, resguardo Burujón, Unión San Bernardo, Comunidad Indígena Cerrito Bongo, La Plata, La Plática, Cabezón, La Muerte, Base Naval Málaga, Juanchaco, Ladrilleros, La Barra, Puerto España, Bocas de San Juan, Comunidad Indígena de Jooín Jeb Pueblo Wounaan, Comunidad Indígena Pueblo Wounaan Nonan - Cocalito	16
4 Punta Bazán.	La Bocana, Pianguita, Piedra Piedra, Santa Delicia, El Tigre, Isla Cangrejo-Isalba.	6
Corregimiento 5.	Punta Soldado, La Contra, Bellavista, Cocalito, Santa Bárbara, Machetero, La Popa, Papayal, Punteño, El Bajito, Amames, Bello Horizonte.	9
Corregimiento 6.	Dupad, Cuellar, Cabecera Usemi, Malaguita, Papayo, Cabildo del Resguardo Chachajo del Pueblo Wounaan, Resguardo Waunana Pueblo Wounaan Nonan - Puerto Pizarro, El Cerrito, Comunidad Indígena Pueblo Wounaan Nonan - El Chorro, Malaguita, Cabildo Chamapuro.	10
Corregimiento 7.	Alto Potedó, Guadualito, resguardo indígena waunana - la meseta, Pitirri, Potedó, Bajo Potedó, Campo Hermoso, Comunidad Indígena Wouanan Opua Tascon Pueblo Wounan - Porvenir, La Brigada, Las Palmeras.	10
8 carretera Simón Bolívar.	Zacarías, Los Lagos, Balastrera, Bogodo, Calle Larga, Zabaletas, Guaimía, Limones, San Marcos, Llano Bajo, Tatabro, Agua Clara, Ladrilleros-Anchicayá, Comunidad Indígena Jooín Durr Pueblo Wounaan Nonan - La Belleza.	14
Corregimiento 9.	El Llano, Taparal, Humane río, Cuevita Machetajero, San José de Anchicayá, La Herradura, Santa Bárbara, El Llano, Calle Larga (Río Anchicayá), Umané-Mar, Opogodo, El Barcito.	11
10 Rio Raposo.	El Tigre, Guadualito-Joaquincito, Calle Honda, Leticia, San Francisco Javier, Cacolí, Bocas del Tatabro, Bajito, Santa Ana.	9
11 Rio Cajambre.	Barranca, El Pital, El Ají, Calle Larga, Cacao, Mayorquín, Playita-R. Cajambre, San Pablito, Punta San Antonio, Timba, Punta Bonita, Fray Juan, El Encanto, El Caucho, Peña Larga, Papayal, La Comba.	18
Corregimiento 12.	Boca de Brazo, Corozal, Silva, El Chorro, Guapicito, Barco, La Fragua, San Isidro, Aragón, San Vicente, Cajambre, La Ventura, Ordoñez.	13
13 Rio Yurumanguí.	Isla del Venado, El Águila, San Jerónimo, San Miguel, El Barranco, Papayo, primavera, San Antonio (Yurumanguí), El Aguacate, El Charco, Carmen-Venera.	11
Corregimiento 14.	Juntas, Santa Rita, San Antonio (Alto), El Morro, San José.	5
15 Puerto Merizalde.	Chamuscado, Santa Cruz, San Joaquincito, Joaquincito, San Miguel, Alambique, San Martín, El Cacao, El Ají, Isla Ají, Puerto Merizalde, San José, Concherito, La Vuelta, San Pedro, Pastico, El Trueno, Limones, Ajicito, Aguamansa, Cocalito, Majagual, Corozal, El Coco, resguardo indígena eperara siapidara - joaquincito, Alambique, Betania, San Fernando, Nueva Primavera	28
16 San Francisco.	Sagrada Familia, Santa María, El Carmen, Calle Larga, San Antonio, Corrientes, Bartola, Dos Quebradas, El Pasto, Chibiru, San Francisco de Naya, Marucha,	12
17 La Concepción.	La Boca, Juan Núñez, Juan Santos, San Bartolo, San Lorenzo, California, El Venado, Nicolás Ramos Hidalgo, Concepción, San Pablo, Cascajito, Puerto Naya, Guadualito, Solano, Saladito, Mina, Cabildo Indígena Paez Alto Naya Pueblo Nasa, Comunidad Indígena Yu Cehk Pueblo Nasa – Vereda Pico de Oro, Comunidad Indígena Yu Cehk Pueblo Nasa – Vereda Risaralda.	19
Corregimiento 18.	Córdoba, El Oso, La Esperanza, Bodegas-La Cascada, Palito, Citronela, La Sierpe, Zaragoza, San Cipriano, El Salto, Santa Elena, Cabildo Indígena la Gloria Inga, La Herradura, La Gloria, El Esfuerzo, El Retiro-Descanso.	17

Corregimiento 19.	Cisneros, La Delfina, Pueblo Nuevo, La Siria, Planadas, La Guinea, El Cedro, Balsitas, La Víbora, Limones, Perico, Playa Larga, Sombrerillo, El Oso, Nueva Esperanza, El Naranjito, Resguardo Indígena Nasa Embera Chami, Cabildo Indígena Nasa Kiwe Pueblo Nasa	18
TOTAL		258

Fuente: Anuario estadístico Buenaventura en cifras 2014 - 2018.

El acceso hacia la gran mayoría de las comunidades de las zonas rurales es muy precario, ocasionado por la inhóspita topografía, una gran barrera forestal, y la inexistencia de vías carreteables para llegar por tierra, el acceso principalmente a la mayoría de las zonas se da por vía marítima y de manera complementaria por vía fluvial.

5.1.1.2 Clima

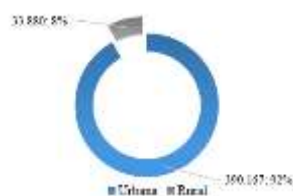
Buenaventura se caracteriza por tener un clima tropical. Es un Distrito con precipitaciones significativas e incluso en el mes más seco se evidencia mucha lluvia. Este clima es considerado Af⁴ según la clasificación climática de Köppen-Geiger. La temperatura media anual es de 26.1 °C.; y en un año, la precipitación media es 7328 mm [35].

5.1.2 Demografía

5.1.2.1 Población

Según proyecciones del DANE [36], para la vigencia 2018, El Distrito de Buenaventura cuenta con 424.047 habitantes, lo cual representa el 8.9% de la población del Departamento del Valle del Cauca. De acuerdo con el total de la población del distrito, 385.883 (91%) se ubican en la zona urbana y 38.164 (9%) en la zona rural. (Ver Ilustración 7).

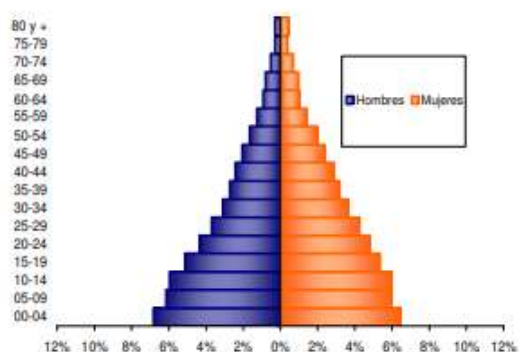
Ilustración 7 Población Desagregada por Área



Fuente: DANE

La población desagregada por sexo en Buenaventura, según proyecciones emitidas por el DANE al 2018, muestra que en total se cuenta con una cantidad de mujeres de 217.837 que representan el 51% de la población y una cantidad de hombres de 206.210 que representa el 49% de la población (Ver Ilustración 8).

Ilustración 8 Población desagregada por sexo en Buenaventura

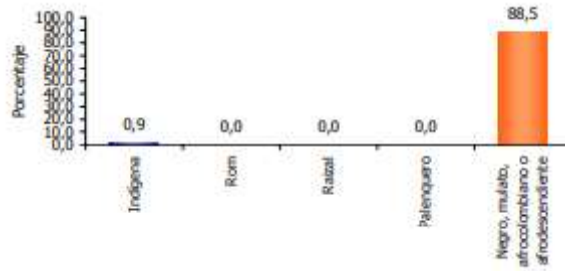


Fuente: DANE

De acuerdo con el total de la población del distrito especial, 390.167 (92%) habitantes se ubican en la zona urbana y 33.880 (8%) en la zona rural; la dispersión humana en la zona rural es de 4,4 personas por kilómetro cuadrado.

También, de acuerdo con las proyecciones del DANE [36] para el 2018, el 0,82% de la población étnica se reconoce como población indígena, el 88,5% se reconoce como población negra, mulata o afrocolombiana y el 0,02% se reconoce como población raizal (Ver ilustración 9).

Ilustración 9 Grupos Étnicos Buenaventura



Fuente: DANE

La zona rural del municipio está conformada administrativamente por 19 corregimientos, 31 consejos comunitarios de comunidades negras (con titulación constituida en cumplimiento de la Ley 70 de 1993 y del Decreto 1745 de 1995) y por 9 resguardos indígenas pertenecientes a los grupos étnicos: Waunan, Embera, Eperara Siapidara, Nasa y Embera Chamí. En el siguiente mapa, se presentan las ubicaciones de los consejos comunitarios, resguardos indígenas y parques naturales ubicados en el Distrito de Buenaventura (Ver Ilustración 10).

Ilustración 10 Zona rural por: consejos comunitarios, resguardos y parques naturales.



Fuente: <http://www.centrodememoriahistorica.gov.co/descargas/informes2015/buenaventuraPuebloSinComunidad/buenaventura-un-puerto-sin-comunidad.pdf>

5.1.2.2 Realidad Social

De acuerdo con el informe preparado por FEDESARROLLO²² para el Oleoducto al Pacífico, en 2013 “Buenaventura es la suma de las paradojas [37]. Es un municipio con altas potencialidades frente a unas realidades decepcionantes. Una zona con gran riqueza hídrica no cuenta con un servicio de agua y alcantarillado adecuado ni en su cobertura ni en cuanto a la continuidad de la prestación del mismo. En su mar, se captura toda la pesca de Colombia, pero se procesa una parte ínfima. Toda la madera que consume Colombia proviene del litoral pacífico y llega a Buenaventura y pasa por ella sin ningún proceso ni agregación de valor. Por ello, el desempleo y el subempleo, así como la informalidad del trabajo, son los más altos de Colombia. Buenaventura es un municipio de gran complejidad. La debilidad institucional, con baja capacidad para gobernar la región, está acompañada de un alto grado de organización de la comunidad, agrupada en los consejos comunitarios que se concentran en la zona rural. Un gran número de organizaciones no gubernamentales tienen presencia en el municipio, con innumerables proyectos que persiguen sus propios fines sin posibilidad de sumar esfuerzos alrededor de propósitos comunes.

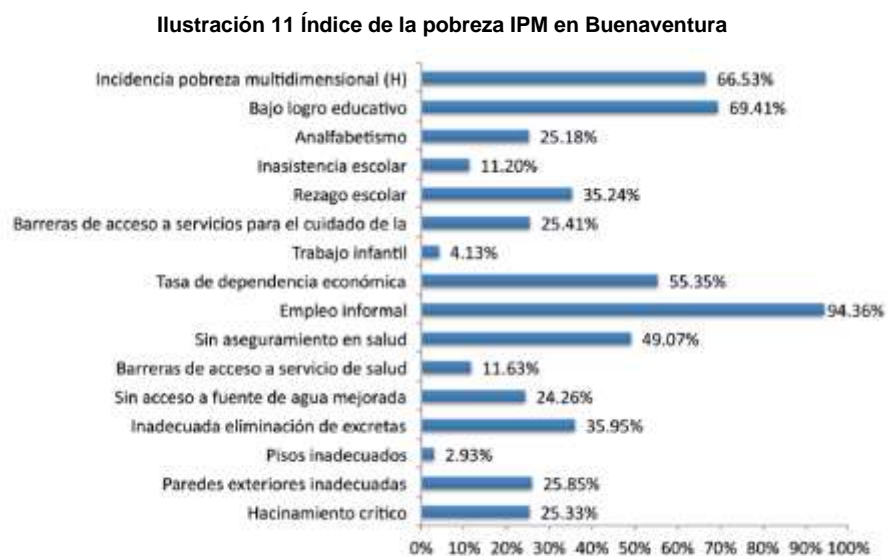
Desde tiempos ancestrales, Buenaventura ha sido para los foráneos del interior del país un lugar de paso. Flujos de bienes y riqueza la atraviesan sin que la región absorba recursos para su propio desarrollo. La gente calificada contratada del interior del país trabaja durante la semana, no se queda a vivir porque no hay buenos colegios y porque la calidad de vida es baja. El interior del país, los departamentos de Cundinamarca, Antioquia y Valle ven la ciudad como un puerto, les preocupa su conectividad, sus condiciones de recibir y exportar bienes, pero no la ven como lugar para procesar insumos, para generar trabajo, para invertir.

²² La Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo (Fedesarrollo) es una entidad privada sin ánimo de lucro establecida en 1970, se dedica a la investigación en temas de política económica y social. Su propósito es contribuir al diseño, seguimiento y mejoramiento de las políticas públicas. Fuente: www.fedesarrollo.org.co

Adicionalmente, la ciudad no solo es lugar de tránsito para actividades legales. Lo es también para el tráfico de armas, drogas y contrabando. Los grupos al margen de la ley organizados se disputan el territorio, los afluentes de los ríos, los terrenos de baja mar, las comunas de Buenaventura, las rutas para movilizar su carga. Los jóvenes y niños que alimentan sus filas, en medio de la pobreza, la falta de oportunidades y la debilidad de las instituciones formales. Todo ello genera una alta criminalidad, un “espacio sin gobierno” donde los más débiles no tienen protección, donde es difícil atraer capital privado, donde el ingreso depende de los tráficos ilícitos”.

5.1.2.3 Condiciones de pobreza y desigualdad de la población.

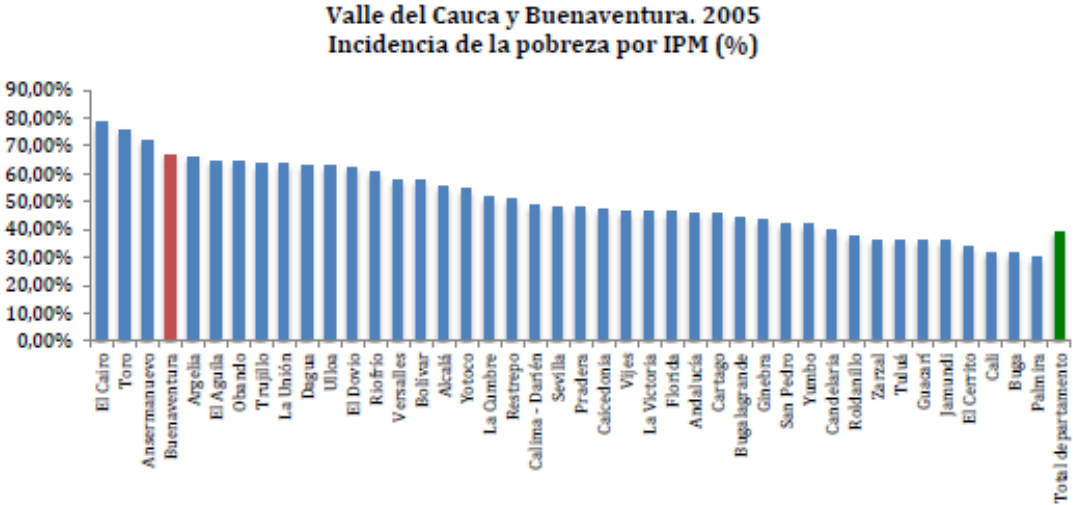
De acuerdo con el Índice de pobreza multidimensional - IPM, la incidencia de la pobreza en Buenaventura es de 66,53%, esto equivale a 1,7 veces la incidencia de la pobreza en el departamento (38,8%) [38]. Es el cuarto municipio más pobre según dicho indicador y, después de Cali, es el que tiene un mayor número absoluto de pobres (Ver Ilustración 11).



Fuente: <http://acaso.univalle.edu.co/Informe%20Final%20PNUD.pdf>

Las principales privaciones se dan en logro educativo (69,4% de la población tiene privaciones en este componente), dependencia económica (55.35% de la población con privación), y tasa de empleo formal (94,39 de la población). El análisis conjunto los dos indicadores pone de presente los principales problemas de la ciudad: mala infraestructura de servicios públicos y alto hacinamiento de la población, bajos niveles educativos y falencias en acceso; y un problema muy serio en cuanto a generación de ingresos se refiere, que se traduce en el altísimo porcentaje de la población que no logra acceso a un empleo formal (Ver Ilustración 12).

Ilustración 12 Índice de Pobreza Multidimensional. DNP, SPSCV con datos del Censo 2005



Fuente: <http://acaso.univalle.edu.co/Informe%20Final%20PNUD.pdf>

5.1.2.4 Desarrollo humano

Si se compara el Índice de Desarrollo Humano –IDH²³ de Buenaventura con el del Valle del Cauca [38], se encuentra que el primero es uno de los más bajos del departamento y llega apenas a 74.6 en 2005, frente a 79,2 para el departamento. “Buenaventura es un municipio de paradojas. Es uno de los que genera más

²³ El Índice de desarrollo humano (IDH) es un indicador nacido de la mano del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) que mide el nivel de desarrollo de cada país atendiendo a variables como la esperanza de vida, la educación o el ingreso per cápita.

recursos a la nación, pero donde hay mayor cantidad de personas pobres; es el más rico en recursos hídricos, pero el que tiene la cobertura más baja de acueducto; es exuberante en su riqueza cultural, pero presenta los indicadores de educación más cuestionables; es abundante en biodiversidad, pero tiene la mayor proporción de población infantil en situación de desnutrición”.

5.2 Identificación de Portafolio de Servicios Telemáticos

5.2.1 Servicios de TIC´s del área de tecnologías y sistemas de información

De acuerdo con las necesidades de los clientes internos, requeridas para el inicio de la prestación de servicios del operador del nodo tecnológico Nodo Pacífico SAS ESP, y utilizando las mejores prácticas en la gestión de servicios de TI, definidas por el marco de trabajo (ITIL®)²⁴, se ha definido el presente Portafolio de Servicios TIC.

Para describir los servicios incluidos en el portafolio, se utilizará la siguiente estructura:

- Objetivo del servicio.
- Descripción.
- Necesidad que satisface.
- Responsable del servicio.
- Prerrequisitos para recibir el servicio.
- Políticas.

²⁴ **Mejores prácticas de ITIL® v4**

Las mejores prácticas de ITIL® v4 (Information Technology Infrastructure Library) de la Office of Government Commerce (OGC) de Reino Unido fueron utilizadas para la creación del presente documento.

ITIL® es una documentación consistente y comprensiva de mejores prácticas de Administración de Servicios de TI, la cual ha sido utilizada por cientos de organizaciones alrededor del mundo; la filosofía ITIL® ha crecido, a través de la guía del contenido de los libros.

ITIL® consiste en una serie de libros que proporcionan una guía en la provisión de calidad en los servicios de tecnología de información, para alinearse con el core de las organizaciones. ITIL® ha sido desarrollado con reconocimiento de organizaciones cuya dependencia en la tecnología de información está creciendo.

- Seguridad (Horarios de acceso, niveles de acceso y niveles de servicio).

A continuación, se muestran los servicios que serán ofrecidos por el área de tecnologías y sistemas de información del operador del nodo tecnológico Nodo Pacífico SAS ESP (Ver tabla 5).

Tabla 6 Servicios a ofrecer por el área de Tecnologías y Sistemas de Información

Servicio	Descripción
Acceso a Internet	Brindar un medio de comunicación seguro y confiable para la transmisión y recepción de información (voz, datos, videos e imágenes entre otros) con el exterior.
Correo Electrónico	Permitir a los usuarios de la organización el intercambio de mensajes, a través de una cuenta de correo electrónico institucional, que facilite el desarrollo de sus funciones.
Sistemas de Información	Ofrecer al usuario sistemas de información que apoyen la gestión y toma de decisiones de sus procesos.
Video Conferencia	Establecer comunicación de audio video en tiempo real entre la Presidencia de la República y cualquier punto externo con el que se pretenda intercambiar información de forma ágil y oportuna.

Fuente: Elaboración propia

5.2.1.1 Servicio de internet

Objetivo: Brindar un medio de comunicación seguro y confiable para la transmisión y recepción de información (voz, datos, videos e imágenes entre otros) con el exterior.

Descripción: El servicio de Internet facilitará al usuario, a través de la red de datos, el envío y recepción de información desde y hacia fuera de la entidad, es decir, proporcionará acceso a la World Wide Web (www), a través de un navegador de internet.

Necesidades que satisface:

- Navegación en Portales de Información.
- Acceder a sistemas de información corporativos, a través de la web.

Responsable del Servicio: funcionario del grupo de redes del área de Tecnologías

y Sistemas de Información.

Prerrequisitos para recibir el servicio: el usuario debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Solicitar el servicio al Punto Único de Contacto con 2 días de anterioridad como mínimo.
- Acceso a un equipo de cómputo de escritorio o portátil autorizado por el área de Tecnologías y Sistemas de Información y conexión a la red de la organización.
- Contar con un usuario y contraseña para ingresar a la red de la de la organización con privilegios para acceder a Internet.

Políticas: Para el manejo del servicio, se establecen las siguientes políticas:

- Los usuarios son los únicos responsables del buen uso y supervisión de la información de la Entidad que adquieren en el ejercicio de sus actividades.
- Los usuarios deben informar al Área de Tecnologías y Sistemas de Información sobre la sensibilidad de su información con el fin de tomar las medidas de seguridad necesarias.
- Es responsabilidad del usuario aplicar la normatividad vigente en el manejo de contraseñas en donde se define:
 - No usar palabras comunes que se puedan encontrar en los diccionarios.
 - La clave no debe contener caracteres idénticos consecutivos.
 - La clave de acceso a la red debe tener como mínimo ocho (8) caracteres.
 - No revelar las contraseñas a nadie.
- Las contraseñas asignadas al usuario son de uso personal e intransferible.
- El Área de Tecnologías y Sistemas de Información presta el servicio y su respectivo soporte según lo establecido en los Acuerdos de Niveles de Servicio pactados con los usuarios.
- La solicitud y soporte del servicio se realiza a través del Punto Único de

Contacto.

- El servicio de Internet es exclusivo para tareas de la función desarrollada en la entidad.
- Cada usuario es responsable tanto de sitios como de la información a la que accede con su cuenta de usuario.
- El nivel de acceso a Internet asignado a cada usuario dependerá de las funciones definidas para su cargo y estas serán determinadas por el jefe inmediato.
- No está permitido el acceso a sitios de chat y paginas no autorizadas por la entidad.

Seguridad:

Horario permitido de acceso: No existe restricción de horario para el acceso al servicio de Internet, excepto horas de mantenimiento.

Nivel de acceso al servicio: Los jefes inmediatos de los usuarios definen el tipo de nivel de acceso que se asigna a los usuarios con base en la necesidad del área y las funciones del usuario.

Niveles de servicio:

- **En donde se entrega:** Instalaciones de Nodo Pacífico.
- **Soporte:** Brindado por el Punto Único de Contacto.
- **Horario de soporte:** lunes a viernes de 08:00 a.m. a 18:00 p.m
- **Horario de servicio:** 7 días de la semana, las 24 horas del día.
- **Calendario de Mantenimiento:** Sujeto a programación con el proveedor y previo aviso a los usuarios.

5.2.1.2 Servicio Correo Electrónico

Objetivo: Permitir a los usuarios el intercambio de mensajes, a través de una cuenta de correo electrónico institucional, que facilite el desarrollo de sus funciones.

Descripción: Servicio de red que permite a los usuarios enviar y recibir mensajes mediante sistemas de comunicación electrónicos, a través de una cuenta institucional del tipo nombre.apellido@nodopacifico.com que lo identifica como

funcionario de la organización; incluyendo funcionalidades, tales como:

- Mensajería unificada.
- Gestión de contactos.
- Programación de agendas personales.
- Gestión de tareas.

Opciones del servicio: Existen 2 opciones de acceso al servicio, las cuales son:

1. Web Mail: Con esta opción el usuario conectado a Internet puede acceder al correo electrónico a través de la página oficial de la organización www.nodopacifico.com en el enlace web habilitado para tal fin.
2. Dispositivo móvil Corporativo: Con esta opción el usuario puede acceder al correo electrónico corporativo, a través un dispositivo móvil previamente configurado y licenciado en el plan corporativo.

Necesidades que satisface:

- Comunicación rápida y segura de los usuarios dentro y fuera de la entidad
- Oportunidad en el acceso a la información
- Implementación de nuevos medios de acceso

Responsable del servicio: funcionario de grupo de plataforma TI del área de Tecnologías y Sistemas de Información.

Prerrequisitos para recibir el servicio: El Usuario debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Solicitar el servicio al Punto Único de Contacto con 2 días de anterioridad como mínimo.
- Acceso a un equipo de cómputo de escritorio o portátil de la organización o autorizado por el área de Tecnologías y Sistemas de Información.
- Conexión a Internet (plan de datos para equipos móviles).
- Configuración de software requerido en el equipo de escritorio o equipo móvil (Portátil, teléfono celular o agenda digital).

Políticas: Para el manejo del servicio, se establecen las siguientes políticas:

- Los usuarios son los únicos responsables del buen uso y supervisión de la

información de la Entidad que adquieren en el ejercicio de sus actividades.

- Los usuarios deben informar al Área de Tecnologías y Sistemas de Información sobre la sensibilidad de su información, con el fin de tomar las medidas de seguridad necesarias.
- Es responsabilidad del usuario aplicar la normatividad vigente en el manejo de contraseñas en donde se define:
 - No usar palabras comunes que se puedan encontrar en diccionarios.
 - La clave no debe contener caracteres idénticos consecutivos.
 - La clave de acceso a la red debe tener como mínimo ocho (8) caracteres.
 - No revelar las contraseñas a nadie.
 - Las contraseñas asignadas al usuario son de uso personal e intransferible.
- El usuario es responsable por el correcto uso del correo electrónico y sus funcionalidades, en caso de requerir capacitación deberá solicitarlo al Punto Único de Contacto.
- Las cuentas de correo electrónico son de propiedad de la organización.
- Cada usuario es responsable tanto del contenido del mensaje como de cualquier otra información adjunta.
- El tamaño del buzón asignado a cada usuario dependerá de las funciones definidas para su cargo y estas serán determinadas por el jefe inmediato.
- Todo usuario es responsable de la destrucción de todo mensaje de origen desconocido.
- Todo correo enviado a correos externos desde una cuenta de correo de la organización, contiene en el cuerpo del mensaje un texto que indica la propiedad, confidencialidad y criticidad de la información contenida.
- La solicitud y soporte del servicio se realiza a través del Punto Único de Contacto.

Nivel de Servicio:

- **En donde se entrega:** Dependiendo de la opción por donde esté ingresando al servicio de correo electrónico, podrá tener acceso así:
- Desde cualquier lugar donde tenga conexión a Internet, a través de Web Mail, dispositivos móviles corporativos y personales.
- **Soporte:** Brindado por el Punto Único de Contacto.
- **Horario de soporte:** lunes a viernes de 08:00 a.m. a 18:00 p.m.
- **Horario de Servicio:** 7 días de la semana, las 24 horas del día.
- **Calendario de Mantenimiento:** Sujeto a programación y previo aviso a los usuarios.

5.2.1.3 Servicio de Sistemas de Información

Objetivo: Ofrecer al usuario sistemas de información que apoyen la gestión y toma de decisiones de sus procesos.

Descripción: Brinda al usuario la asesoría para la actualización y/o diseños de soluciones, desde el levantamiento de los requerimientos funcionales, técnicos y financieros hasta la puesta en marcha, asegurando que el desarrollo cumpla con las políticas establecidas por el área de Tecnologías y Sistemas de Información.

Necesidades que satisface:

- Estandarización, oportunidad, calidad, disponibilidad, seguridad de la información.
- Apoyo en la toma de decisiones.
- Efectividad en los procesos.
- Mejora continua de los sistemas de información.

Responsable del servicio: asesor de desarrollo del área de Tecnologías y Sistemas de Información.

Prerrequisitos para recibir el servicio: El usuario debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Solicitar el servicio al Punto Único de Contacto
- La solicitud debe ser realizada por el Dueño del proceso.

- Diligenciar el formato para el estudio de viabilidad.

Políticas: Para el manejo del servicio, se establecen las siguientes políticas:

- El Área de Tecnologías y Sistemas de Información presta el servicio y su respectivo soporte según lo establecido en los acuerdos de niveles de servicio pactados con los usuarios.
- El Jefe de Área solicitante del servicio debe autorizar a un funcionario para los procesos de levantamiento de requerimientos funcionales y retroalimentación.
- Los sistemas de información desarrollados, contratados o adquiridos deben ser compatibles con la plataforma Apache 2.4 o superior y MySQL Server 8 o superior o Postgress SQL Server 9.5 o superior.
- En conjunto con el usuario, se debe elaborar un cronograma de las actividades del proyecto.
- El Área de Tecnologías y Sistemas de Información brinda las recomendaciones de acuerdo a las mejores prácticas, estándares y normatividad aplicables a cada proyecto.
- La solicitud y soporte del servicio se realiza a través del Punto Único de Contacto.
- Todo proyecto está sujeto a un estudio de viabilidad técnica y financiera.

Niveles de servicio:

- **En donde se entrega:** Instalaciones de Nodo Pacífico.
- **Soporte:** Brindado por el Punto Único de Contacto.
- **Horario de soporte:** lunes a viernes de 08:00 a.m. a 18:00 p.m.
- **Horario de Servicio:** lunes a viernes de 08:00 a.m. a 18:00 p.m.
- **Tiempo de Entrega:** sujeto al tipo de desarrollo solicitado.

Escalamiento del Servicio:

1er. nivel de soporte: Solicitado al Punto Único de Contacto, vía telefónica o e-mail, quienes realizan el registro del incidente o solicitud especificada para este

servicio.

2º. Nivel de soporte: Ofrece un nivel de soporte del Asesor de Desarrollo, para realizar el análisis de viabilidad preliminar y levantamiento de información para atender el incidente o solicitud del servicio.

3er. nivel de soporte: Este nivel está representado el Jefe de Información y sistemas, para realizar el análisis de viabilidad y aprobación del servicio.

5.2.1.4 Servicio de Video Conferencia

Objetivo: Establecer comunicación de audio video en tiempo real entre la organización y cualquier punto externo con el que se pretenda intercambiar información de forma ágil y oportuna.

Descripción: Es un servicio que ofrece comunicación entre dos o más puntos distantes con capacidad de transmisión y recepción de audio y video de forma interactiva, permitiendo mantener reuniones con grupos de personas situadas fuera de las instalaciones de la Entidad. Adicionalmente se ofrecen opciones de transferencia simultánea de información de apoyo como presentaciones, videos y documentos entre otros.

Necesidades que satisface: Comunicación de audio y video en tiempo real

Responsable del servicio: Asesor de Soporte del área de Tecnologías y Sistemas de Información.

Prerrequisitos para recibir el servicio: El usuario debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Solicitar el servicio al Punto Único de Contacto con 2 días de anterioridad como mínimo.
- El usuario que solicita el servicio de videoconferencia debe suministrar los datos del contacto del encargado de la videoconferencia del sitio externo.
- Disponibilidad de equipos de Video Conferencia en la organización.
- El Área de Tecnologías y Sistemas de Información verifica previamente la compatibilidad técnica de los equipos de videoconferencia externos con los

equipos de la organización, y valida que en el sitio donde se realiza la videoconferencia exista conexión.

Políticas: Para el manejo del servicio, se establecen las siguientes políticas:

- El Área de Tecnologías y Sistemas de Información presta el servicio y su respectivo soporte según lo establecido en los acuerdos de niveles de servicio pactados con los usuarios.
- La solicitud y soporte del servicio se realiza a través del Punto Único de Contacto.
- El servicio de Videoconferencia es de uso exclusivo para el apoyo de las actividades propias de la organización.
- La solicitud del servicio debe realizarse con dos días hábiles de anticipación.
- El usuario que solicita el servicio de videoconferencia debe suministrar los datos del contacto del encargado de la videoconferencia del sitio externo.
- La prestación del servicio está sujeta a la disponibilidad de equipos de Video Conferencia en la organización
- El área de Tecnologías y Sistemas de Información verificará previamente la compatibilidad técnica de los equipos de videoconferencia externos con los equipos de la organización, y validará que en el sitio donde se realiza la videoconferencia exista conexión.

Niveles de servicio:

- **En donde se entrega:** Instalaciones de Nodo Pacífico.
- **Soporte:** Brindado por el Punto Único de Contacto.
- **Horario de soporte:** lunes a viernes de 08:00am a 18:00pm
- **Horario de Servicio:** 7 días de la semana, las 24 horas del día.
- **Calendario de Mantenimiento:** Sujeto a programación y previo aviso a los usuarios.
- **Tiempo de Entrega:** Mínimo 2 días.

5.2.1.5 Niveles de soporte

El soporte o asistencia técnica está a menudo subdividido en capas, o niveles (tiers), para que así se puedan atender de una forma más eficaz y eficiente a los servicios brindados por el área de tecnología. A continuación, se establecen 4 niveles de soporte para la atención de los servicios del Portafolio establecido.

1er. Nivel de soporte: Solicitado al Punto Único de Contacto, vía telefónica o correo electrónico, el cual le brinda al usuario el primer nivel de soporte, entrega información sobre el servicio, gestiona, diagnostica y resuelve las solicitudes de soporte. Si es necesario un escalamiento a otros niveles, este nivel será el responsable de realizar el seguimiento del escalamiento, y comunicará al usuario de cualquier actividad realizada por los niveles de soporte, de tal forma que el escalamiento será transparente para los usuarios de la organización.

2°. Nivel de soporte: Ofrece un nivel de soporte y solución especializado en el servicio, es brindado por el grupo de gestión responsable de la funcionalidad y entrega del servicio.

3er. Nivel de soporte: Este nivel está representado por los administradores y responsables directos del servicio (Asesores), los cuales tienen la capacidad de gestionar a un alto nivel los temas relacionados con la entrega y soporte del servicio.

4°. Nivel de soporte: Este nivel de soporte está representado por el grupo de proveedores externos.

5.2.2 Producción de Contenidos

La construcción de contenidos tiene un enfoque diferencial étnico, con carácter educativo, de interés para los corregimientos de la zona rural, especialmente para el mejoramiento de las actividades productivas de cada comunidad (Agricultura, pesca, etcétera) y lograr también la adopción tecnológica y transformación social digital; para ello, se deben articular los saberes de los profesionales académicos de los programas de: Sociología, Agronomía, Acuicultura e Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Pacífico en la creación de (9) contenidos dirigidos hacia las

etnias indígenas que habitan el territorio, y (19) contenidos dirigidos hacia las 258 veredas afrodescendientes de los corregimientos rurales. Los contenidos desarrollados para la población indígena deben ser traducidos a los dialectos: Eperara Siapidara, Nonam, Waunana Nonam, Inga, Nonam Siapidara, Wounaan, Nasa Kiwe, Embera Chami y Embera. Por último, se debe realizar la implementación de contenidos en un ambiente virtual y realizar su respectiva socialización.

5.3 Implementación, Despliegue y Operación del Nodo Tecnológico.

5.3.1 Implementación del Nodo Tecnológico.

5.3.1.1 Prueba de laboratorio (Trial) de no interferencia al servicio primario de TV en laboratorios de FBG.

La Universidad del Pacífico presentó ante el Ministerio de TIC – MinTIC una solicitud para realizar un estudio de laboratorio (“trial”, en este contexto) de la tecnología de banda ancha llamada wDOCSIS en los laboratorios de la compañía canadiense First Broadband Group - FBG, utilizando el espectro disponible en el rango de frecuencias 470 a 698 MHz, conocido como espacios en blanco de TVWS, con el propósito de evaluar la compatibilidad de esta tecnología con el servicio de radiodifusión de TV analógica y digital operando en la misma zona geográfica. Una vez se haya surtido el estudio de laboratorio, se procederá a implementar una prueba piloto con el propósito de conectar zonas desconectadas en el municipio de Buenaventura.

Por ello, y dada la solicitud del MinTIC, la Agencia Nacional del Espectro, la ANE, llevó a cabo varias reuniones con los representantes de la Universidad para evaluar y determinar qué tipo de pruebas debía incluir el trial, para garantizar que no se genere interferencia sobre el servicio primario de esa banda (radiodifusión por televisión). Una vez finalizado el estudio de laboratorio, se iniciará la prueba piloto,

que consta de la instalación de una estación de transmisión - BTS²⁵ wDOCSIS y de cinco (5) puntos de recepción - CPE repartidos en zonas rurales desconectadas del municipio de Buenaventura, operando en los espacios blancos de TVWS.

Vale la pena mencionar que la viabilidad de este estudio, fue evaluada en conjunto con la Dirección de Apropiación del Ministerio y contó con el aval del Señor Ministro de TICs del momento (2018), David Luna. A partir del estudio se pudo concluir también que esta tecnología es de interés para el MinTIC, en la medida que contribuye a mejorar la conectividad de banda ancha en zonas alejadas y a cerrar la brecha digital.

Con base en lo expuesto, la ANE revisó la ocupación de frecuencias para el departamento del Valle del Cauca y se encontró la realidad que se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7 Ocupación de frecuencias servicio TV para el Departamento del Valle del Cauca

Departamento	Tecnología	Canal	Frecuencia
Valle del Cauca	Analógica	21	515
		22	521
		23	527
		24	533
		25	539
		26	545
		27	551
		28	557
		29	563
		31	575
		32	581
		33	587
		35	599
	38	617	
	TDT	14	473
		15	479
		16	485
17		491	

²⁵ Base Station Transceiver. Elemento de una red que incorpora los dispositivos de transmisión y recepción por radio.

		33	587
		38	617

Fuente: Agencia nacional del Espectro - ANE

Bajo este escenario, y para poder determinar los canales que puedan ser usados en una prueba piloto posterior, es necesario contar con los resultados del estudio de laboratorio y de esta forma determinar el ancho de la banda de separación (Guarda) que debe existir entre las estaciones, tanto de transmisión BTS, como de recepción CPE, de la tecnología wDOCSIS y las estaciones de transmisión y recepción de TVWS.

Así las cosas, la ANE después de tener acceso a resultados mencionados procederá a determinar que opciones de canales se encuentran disponibles para realizar el piloto.

5.3.1.2 Creación del Operador del Nodo Tecnológico.

Nodo Pacífico SAS ESP fue constituida siguiendo las directrices de la Ley 1838 del 6 de Julio de 2017 [39], como un SPIN OFF de la iniciativa de Investigación Nodo Pacífico, dicha iniciativa ha sido apoyada por el Ministerio de las TIC - MinTic y la Agencia Nacional del Espectro - ANE; los accionistas de la organización son: mayoritariamente la Universidad del Pacífico y La Loma Projects empresa canadiense representante autorizado del fabricante de la tecnología wDocsis First Broadband Group - FBG; dicha organización será el operador del Nodo Tecnológico.

5.3.1.3 Construcción del Nodo Tecnológico:

5.3.1.3.1 Adquisición e Instalación de Equipos

Esta etapa es la primera que debe ser ejecutada, pues implica un tiempo de fabricación de los equipos en Canadá por el fabricante FBG. Dicha fase culmina con la instalación de los equipos en la sede de la Universidad, la transferencia de conocimiento por parte de FBG a los funcionarios encargados en Colombia y las pruebas de emisión del nodo tecnológico.

Los equipos requeridos para la construcción de la red UHF wDocsis son los siguientes:

FBG-BTS-10-1111 (BTS - 01 unidad)

- Connect Gen3 DOCSIS 3.0 UHF Broadband wireless DOCSIS System
- Rack-mounted UHF Broadband wireless DOCSIS Base Transceiver Station
- Site licence for two upstream and two downstream channels
- Redundancy for server, CMTS, and downconverter power supply

FBG-RFM-20-1001 (01 unidad)

- RF Module Kit - 250W DS Downstream 656-668 MHz, Upstream 680-692 MHz Custom-engineered rack-mount RF front-end module kit
- Downstream 656-668 MHz, Upstream 680-692 MHz
- 250 W Base Transceiver Station power amplifier

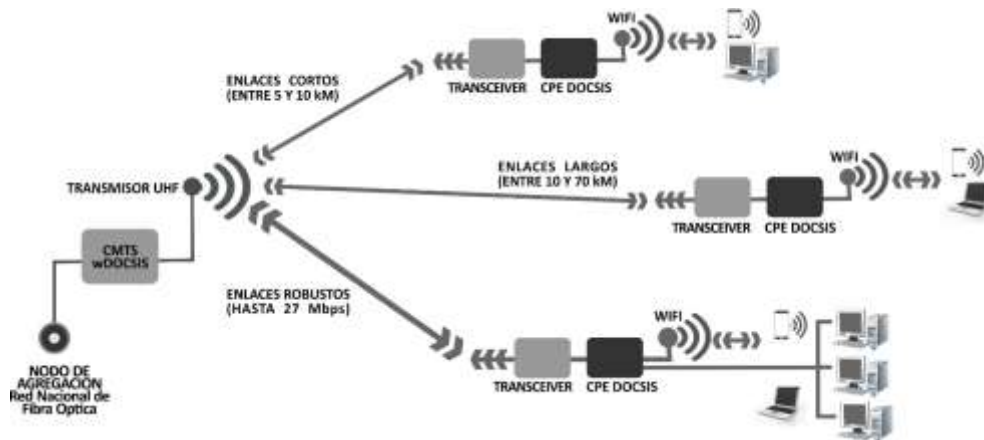
Para la conexión de los (5) clientes CPE, se requieren los siguientes equipos:

FBG-CPE-10-1201 (CPE 10 unidades incluidas)

- Base Customer Premise Equipment Kit
- CPE Transceiver Downstream 656-668 MHz, Upstream 680-692 MHz
- 14dBi Yagi antenna
- Arris TG862G DOCSIS 3.0 Modem or equivalent
- Interconnects, Power Inserter

En la Ilustración 13, se puede apreciar la topología de la red de un sistema UHF wDocsis.

Ilustración 13 Topología red UHF wDocsis



Fuente: First Broadband Group - FBG

Debido a que las zonas rurales del Distrito de Buenaventura en las cuales serán instalados los equipos cliente - CPE se encuentran en Zonas No Interconectadas - ZNI a la red eléctrica pública [40], se requiere una solución de energía permanente utilizando una fuente alternativa, Por ello, se diseña y dimensiona una Planta Solar Fotovoltaica²⁶ para suplir la necesidad de energía eléctrica de autoconsumo para conectar los equipos: CPE transceiver – up to 0.25 W (-6 dBW) outdoor, un indoor modem y un router w/Wi-Fi. El sistema debe generar 548 Watts de potencia con una autonomía de 48 horas. En la Ilustración 14, se presenta una descripción de las características de la planta fotovoltaica para CPE.

²⁶ Una planta fotovoltaica o central fotovoltaica es un conjunto de instalaciones destinadas al suministro de energía eléctrica a la red mediante el empleo de sistemas fotovoltaicos a gran escala. La función de la central fotovoltaica es captar y transformar la radiación solar en electricidad.

también el entrenamiento de un equipo de profesionales del grupo de investigación del programa de Ingeniería de Sistemas responsable por realizar el montaje y la operación del Nodo Tecnológico. Finalmente, incluye la ejecución del protocolo de pruebas determinado con la ANE y la redacción del “**informe final del estudio de no interferencia**” que requiere la ANE. Los productos de esta etapa son:

- La Documentación (Manuales) de instalación, configuración, instalación y soporte.
- El entrenamiento de un grupo de profesionales de la Universidad del Pacífico en los fundamentos científicos y tecnológicos que respaldan la tecnología wDOCSIS.
- La Transferencia del conocimiento necesario para ejecutar nuevas instalaciones de nodos wDOCSIS sin dependencia externa.
- El informe final del **Estudio de No Interferencia** que se presentará a la ANE y será parte de la propiedad intelectual del proyecto.

5.3.2 Despliegue del Nodo Tecnológico

5.3.2.1 Prueba de interferencia al servicio de TV.

La prueba de interferencia de TV fue propuesta por la Agencia Nacional del Espectro - ANE y la Universidad del Pacífico y La Loma Projects, como criterio de aceptación para realizar el despliegue (Prueba piloto) de la tecnología FBG wDOCSIS en Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia.

El objetivo de las pruebas fue demostrar la capacidad del sistema wDOCSIS para operar en el espectro UHF como un servicio secundario que no interferirá con los servicios de televisión existentes (servicios primarios).

Las pruebas se llevaron a cabo el 23 noviembre de 2017, en un laboratorio de pruebas en la oficina de First Broadband Group (FBG) en Vancouver, BC, Canadá por una delegación técnica del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Pacífico y bajo supervisión mediante video-conferencia de la ANE.

La prueba contó también con la asistencia del personal técnico de FBG y de La Loma Projects Canada Corporation.

Ilustración 15 Laboratorio de FBG, Ejecución del Test de interferencia señal de TV



Fuente: First Broadband Group - FBG

La prueba de interferencia de TV fue diseñada para demostrar que el sistema wDOCSIS de FBG puede operar en la misma área geográfica cubierta por las estaciones de transmisión de televisión existentes, siempre que sus frecuencias estén asignadas con suficiente separación de canales.

El diseño de la configuración de prueba se basó en una prueba similar realizada previamente por ANE para una tecnología inalámbrica alternativa llamada TVWS. Las principales diferencias entre las pruebas para TVWS y las pruebas para wDOCSIS de banda ancha UHF surgen del hecho de que TVWS es ágil en frecuencia y wDOCSIS de banda ancha UHF opera a frecuencias fijas en sentido descendente o Downstream y en sentido ascendente o Upstream.

FBG utilizó un sistema wDOCSIS licenciado en Canadá que funciona a niveles de potencia máxima para la estación base – BTS y el equipo del cliente – CPE para generar señales de interferencia que representaran los peores escenarios de interferencia.

5.3.2.2 Diseño de la prueba de interferencia de TV

La Ilustración 16, muestra la configuración de la prueba de interferencia de TV con todos sus componentes en un diagrama de bloque. (Ver Ilustración 16). La prueba de interferencia de TV requirió de un generador de señal de prueba de televisión y decodificadores para generar y demodular los tres estándares de portadora DVB-T2 de ancho de banda por canal de 6MHz, recomendados por la ANE:

- Modulación 16QAM²⁸ - Corrección de Errores 1/2 FEC²⁹
- Modulación 64QAM - Corrección de Errores 2/3 FEC
- Modulación 64QAM - Corrección de Errores 3/4 FEC

El generador de señal de prueba de televisión también se utilizó para la señal de televisión analógica NTSC-M.

FBG utilizó el sistema wDOCSIS que opera actualmente en Vancouver Canadá para generar las señales interferentes. Este sistema tiene licencia del gobierno federal de Canadá para dos (2) canales Downstream de 6MHz que operan entre los 629 MHz a 635 MHz y dos (2) canales Upstream de 6MHz que operan entre los 689MHz a 695MHz.

El uso de las señales de dos canales de bajada (“Downstream”) directamente desde el amplificador de potencia BTS a niveles de potencia completamente operativos, significó que la señal de transmisión Downstream o BTS que se introdujo como

²⁸ La modulación de amplitud en cuadratura o QAM (acrónimo de Quadrature Amplitude Modulation, por sus siglas en inglés) es una técnica que transporta dos señales independientes, mediante la modulación, tanto en amplitud como en fase, de una señal portadora. Esto se consigue modulando una misma portadora, desfasada en 90°. La señal modulada en QAM está compuesta por la suma lineal de dos señales previamente moduladas en doble banda lateral con portadora suprimida. Se asocian a esta tecnología aplicaciones tales como:

- Transmisión de señales de televisión, microondas, satélite (datos a alta velocidad por canales con ancho de banda restringido).
- Modulación con codificación reticulada, que consigue velocidades de transmisión muy elevadas combinando la modulación con la codificación de canal.
- Módems ADSL que trabajan a frecuencias comprendidas entre 24 kHz y 1104 kHz.

²⁹ Corrección de errores hacia adelante (Forward error correction FEC) es un tipo de mecanismo de corrección de errores que permite su corrección en el receptor sin retransmisión de la información original. Se utiliza en sistemas sin retorno o sistemas en tiempo real donde no se puede esperar a la retransmisión para mostrar los datos.

interferente contiene el máximo de ruido. Estas contribuciones de ruido aseguran que la interferencia sea la misma que se experimenta en un despliegue totalmente operativo.

La señal del canal de subida (“Upstream”) también se tomó directamente de un CPE en operación. Esta señal solo ocupó uno de los dos canales disponibles, fue filtrada a una frecuencia de 695MHz. El enlace Upstream entre el CPE y el BTS se maximizó con atenuadores de señal para forzar al módem del CPE a dar la máxima potencia del transceiver del CPE. Esto nuevamente aseguró que la señal de transmisión Upstream o CPE se introdujo como una interferencia que contiene el máximo ruido.

Adicionalmente, el módem del CPE se cargó con tráfico de datos ascendente utilizando un sitio web (testmy.net) que generó un flujo de datos aleatorio sostenido y continuo para garantizar la máxima energía de señal en Upstream, la interferencia generada por este sitio web fue significativamente mayor que incluso una videollamada activa utilizando la aplicación Skype.

Las tres señales digitales (DVB-T2) y la analógica (NTSC-M) fueron probadas cada una de manera separada, en cada prueba se combinaron la señal deseada de la televisión y la señal de interferencia acoplada desde el BTS o desde el CPE.

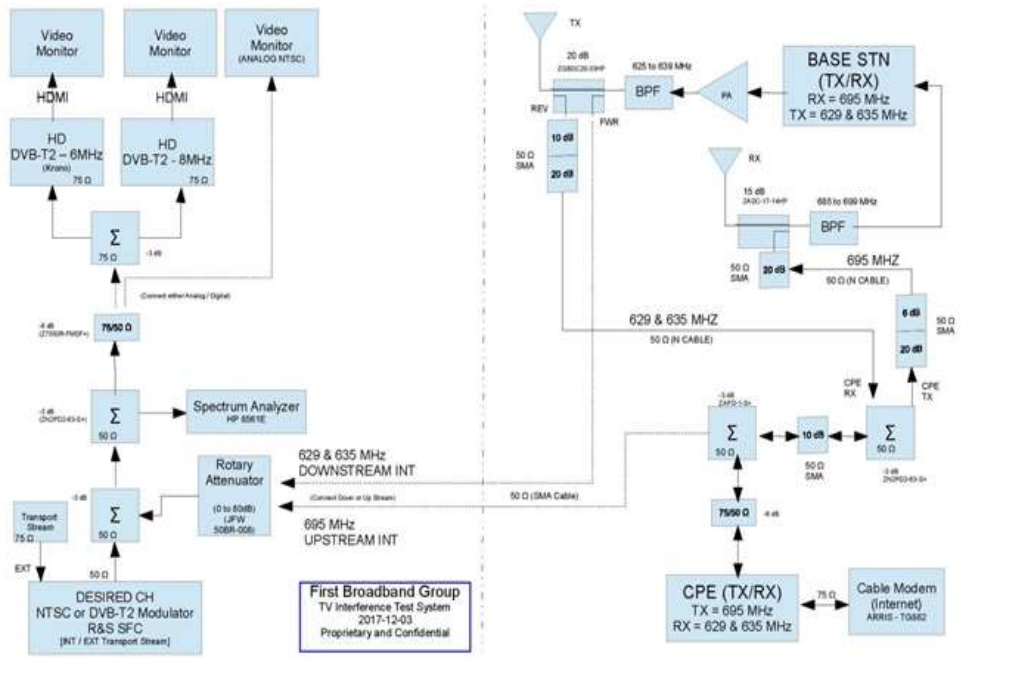
Las dos señales, la deseada y la de interferencia, fueron observadas y evaluadas utilizando un analizador de espectro para medir con precisión los niveles de potencia de RF.

Para el caso de la señal digital (DVB-T2), los decodificadores desplegaron la imagen en un televisor a través de una conexión HDMI. Para el caso de la señal de televisión analógica más la señal de interferencia, fueron recibidos por un receptor tradicional analógico

Finalmente, las imágenes de televisión resultantes y los efectos de la interferencia en la calidad de la imagen se observaron en diez separaciones de canales diferentes según lo solicitado por la ANE.

En la Ilustración 16, se presenta el diagrama del diseño de la prueba de interferencia.

Ilustración 16 Diseño de la prueba de interferencia TV



Fuente: First Broadband Group - FBG

5.3.2.3 Proceso de prueba de interferencia de TV

La ANE recomendó y solicitó que la interferencia de las señales de Downstream y Upstream wDOCSIS fuese evaluada en todos los siguientes estándares de modulación de transmisión de televisión de ancho de banda de canal de 6MHz:

- TV Digital DVB-T2 – Modulación 16QAM – Corrección de errores 1/2 FEC
- TV Digital DVB-T2 – Modulación 64QAM - Corrección de errores 2/3 FEC
- TV Digital DVB-T2 – Modulación 64QAM - Corrección de errores 3/4 FEC
- TV Analógico (NTSC-M).

Para cada combinación de señales de interferencia wDOCSIS en sentido Downstream (transmisión BTS) y en sentido Upstream (transmisión CPE) con los cuatro (4) estándares de modulación de transmisión de televisión, se obtuvieron ocho (8) combinaciones posibles, la prueba solicitada por la ANE se realizó con las siguientes separaciones de canales entre la señal de interferencia wDOCSIS y la señal deseada de televisión. A continuación, se presentan las posibles combinaciones que dieron lugar al conjunto de pruebas que fueron solicitadas:

- +5 channels (four-channel guardband)
- +4 channels (three-channel guardband)
- +3 channels (two-channel guardband)
- +2 channels (one-channel guardband)
- +1 channel (adjacent channel)
- -1 channel (adjacent channel)
- -2 channels (one-channel guardband)
- -3 channels (two-channel guardband)
- -4 channels (three-channel guardband)
- -5 channels (four-channel guardband)

Esto produjo como resultado un total de ochenta (80) pruebas solicitadas.

Configuración del nivel de referencia de la señal de Televisión.

Para cada prueba, el nivel de potencia de referencia de la señal de televisión se estableció midiendo primero el nivel de sensibilidad del decodificador digital o del receptor analógico en la televisión. El nivel de sensibilidad medido fue reportado como la potencia de entrada de señal de televisión mínima requerida por el decodificador o receptor de televisión para entregar una imagen clara a la pantalla de televisión.

Para probar de manera significativa el impacto de la interferencia externa de wDOCSIS, la señal de televisión se incrementó en un factor establecido a un nivel de referencia por encima del nivel de umbral de sensibilidad.

El factor aplicado a las señales de televisión digital fue de diez decibelios (10 dB), por lo que la potencia de la señal de televisión se incrementó en el nivel del umbral de sensibilidad en 10 dB y se estableció como el nivel de referencia de prueba antes de que se introdujera la señal de interferencia. Este factor es necesario para eliminar cualquier efecto de tener la señal deseada demasiado cerca del nivel más bajo de ruido. El factor utilizado para esta prueba está dado de acuerdo con el estándar ETSI ³⁰ para probar la interferencia de la señal de RF [41].

De la misma manera, el factor aplicado a las señales de televisión analógica fue de tres decibelios (3dB). Este factor puede ser menor para la señal analógica porque la intensidad de señal mínima para una imagen clara ya es bastante fuerte y está muy por encima del nivel de ruido.

5.3.2.4 Protocolo de Prueba de interferencia de TV

Los equipos de transmisión BTS y transmisión CPE wDOCSIS, que generaron las señales de interferencia utilizaron las siguientes frecuencias y modulaciones:

- Para Downstream: Dos canales 50 y 51 (686-698 MHz), Modulación 64-QAM
- Para Upstream: Canal 41 (632-638 MHz), Modulación 16-QAM

³⁰ European Telecommunications Standards Institute (ETSI) o Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones es una organización de estandarización independiente, sin fines de lucro de la industria de las telecomunicaciones (fabricantes de equipos y operadores de redes) de Europa, con proyección mundial.

La Ilustración 17, presenta los detalles de la prueba de interferencia requerido por la ANE, Para las tres modulaciones DVB-T2 y la señal analógica NTSC-M, se probó el flujo Downstream wDOCSIS o la señal de interferencia de transmisión BTS (canales 50 y 51, frecuencias 686 y 698 MHz), con las señales de televisión configuradas en los siguientes canales, separaciones de canal y frecuencias:

Ilustración 17 Test de interferencia señal de TV Digital DVB-T2

Channel Separation of wDOCSIS Downstream Interference Signal (686-698 MHz) Relative to Observed Television Signal	Television Channel	Television Frequency
+5	45	656-662 MHz
+4	46	662-668 MHz
+3	47	668-674 MHz
+2	48	674-680 MHz
+1	49	680-686 MHz
-1	52	698-704 MHz
-2	53	704-710 MHz
-3	54	710-716 MHz
-4	55	716-722 MHz
-5	56	722-728 MHz

Fuente: First Broadband Gropu - FBG

De igual manera, la Ilustración 18 presenta los detalles del test de interferencia Requerido por la ANE, Para las tres modulaciones DVB-T2 y la señal analógica NTSC-M, se probó el flujo Upstream wDOCSIS o la señal de interferencia de transmisión CPE (canal 41, frecuencias 632-638 MHz), con las señales de televisión configuradas en los siguientes canales, separaciones de canal y frecuencias:

Ilustración 18 Test de interferencia señal de TV Analógica NTSC-M

Channel Separation of wDOCSIS Upstream Interference Signal (632-638 MHz) Relative to Observed Television Signal	Television Channel	Television Frequency
+5	36	602-608 MHz
+4	37	608-614 MHz
+3	38	614-620 MHz
+2	39	620-626 MHz
+1	40	626-632 MHz
-1	42	638-644 MHz
-2	43	644-650 MHz
-3	44	650-656 MHz
-4	45	656-662 MHz
-5	46	662-668 MHz

Fuente: First Broadband Group - FBG

5.3.2.4 Resultados de la prueba de interferencia de TV

La prueba de interferencia de TV proporcionó un conjunto completo de datos para ilustrar la potencia de señal de interferencia permitida de los equipos wDOCSIS transmisor BTS (en sentido descendente/Downstream) y el transmisor CPE (en sentido ascendente/Upstream) antes de afectar el servicio primario de la transmisión de televisión (Ver Anexo 1).

Efectos de la interferencia en sentido Downstream a la señal de televisión digital.

El nivel de potencia de interferencia Downstream wDOCSIS tolerable, en el peor de los casos, en la entrada del decodificador o (Set-top box - STB), fue de aproximadamente -19dBm. Con una separación de cuatro (4) canales y una guarda de tres (3) canales.

El nivel de potencia de interferencia Downstream wDOCSIS tolerable en el peor de los casos en la entrada del decodificador o (Set-top box - STB), fue de aproximadamente -16dBm. Con una separación de cinco (5) canales y una guarda de cuatro (4) canales.

La variación entre los diferentes estándares de modulación no fue notable.

Efectos de la interferencia en sentido Upstream a la señal de televisión digital.

El nivel de potencia de interferencia Upstream wDOCSIS tolerable, en el peor de los casos, en la entrada del decodificador o (Set-top box - STB), fue de aproximadamente -18dBm con interferencia del lado más cercano y aproximadamente -28dBm con interferencia del lado más lejano. Con una separación de cuatro (4) canales y una guarda de tres (3) canales.

El nivel de potencia de interferencia Upstream wDOCSIS tolerable, en el peor de los casos, en la entrada del decodificador o (Set-top box - STB), fue de aproximadamente -19dBm. Con una separación de cinco (5) canales y una guarda de cuatro (4) canales.

El estándar de modulación 16QAM 1/2 FEC fue menos sensible a la interferencia del lado más lejano que 64QAM 2/3FEC; y mucho menos sensible a la interferencia del lado más lejano que 64QAM 3/4 FEC.

La variación entre los diferentes estándares de modulación y la interferencia del lado más lejano y del lado más cercano no fue notable en la separación de cinco (5) canales.

Efectos de la interferencia en sentido Downstream a la señal de televisión analógica.

El nivel de potencia de interferencia Downstream wDOCSIS tolerable, en el peor de los casos, en la entrada del receptor de TV analógica fue aproximadamente entre los -27dBm a los -21dBm. Con una separación de cuatro (4) canales.

El nivel de potencia de interferencia Downstream wDOCSIS tolerable, en el peor de los casos, en la entrada del receptor de TV analógica fue aproximadamente entre los -26dBm a los -19dBm. Con una separación de cinco (5) canales.

La televisión analógica en esta prueba parecía ser un poco menos sensible a la interferencia del lado más cercano (la peor interferencia tolerable desde -23dBm hasta -18dBm en la entrada STB) que del lado más lejano (la peor interferencia tolerable desde -27dBm hasta -21dBm en la entrada STB).

Efectos de la interferencia en sentido Upstream a la señal de televisión análoga.

El nivel de potencia de interferencia Upstream wDOCSIS tolerable, en el peor de los casos, en la entrada del receptor de TV analógica fue aproximadamente entre los -29dBm a los -23dBm. Con una separación de cuatro (4) canales.

El nivel de potencia de interferencia Upstream wDOCSIS tolerable, en el peor de los casos, en la entrada del receptor de TV analógica fue aproximadamente entre los -26dBm a los -20dBm. Con una separación de cinco (5) canales.

La televisión analógica en esta prueba parecía ser un poco menos sensible a la interferencia del lado más cercano (la peor interferencia tolerable desde -25dBm hasta -16dBm en la entrada STB) que del lado más lejano (la peor interferencia tolerable desde -29dBm hasta -23dBm en la entrada STB).

Variables observadas en la prueba de interferencia de TV

Los niveles de señal de interferencia tolerable en el receptor de TV pueden variar según los siguientes factores:

- Modulación digital o analógica
- Estándares de modulación digital
- Señales de interferencia Downstream o Upstream wDOCSIS
- Interferencia del lado más lejano o del lado más cercano al STB
- Separación de cuatro (4) o cinco (5) canales

Como conclusión, durante el experimento se esperaba que el sistema de transmisión de banda ancha inalámbrica wDOCSIS pudiera operar en la misma área geográfica cubierta por las estaciones de televisión existentes, sin causar interferencia.

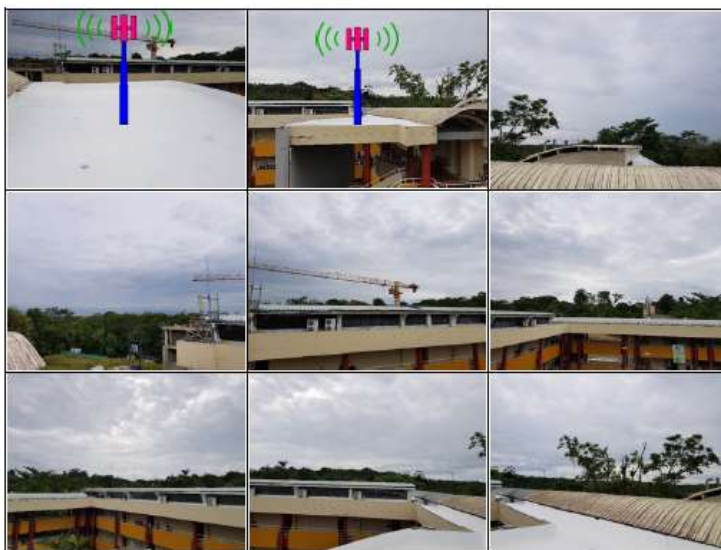
5.4.3 Operación del Nodo Tecnológico

En la operación del nodo tecnológico (prueba piloto), se considera: a) una cobertura de red que cubra una superficie de 17.641Km²; y b) la ubicación de los 5 puntos CPE como compromiso ante la ANE para poder efectuar la prueba piloto de no interferencia al servicio primario de televisión. El marco jurídico que permite la operación del nodo tecnológico, un modelo operativo con la estructura funcional organizativa requerida para el soporte operativo, los beneficios financieros y sociales esperados y un retorno de la inversión.

5.4.3.1 Cobertura de la red

Ilustración 19 Site Survey

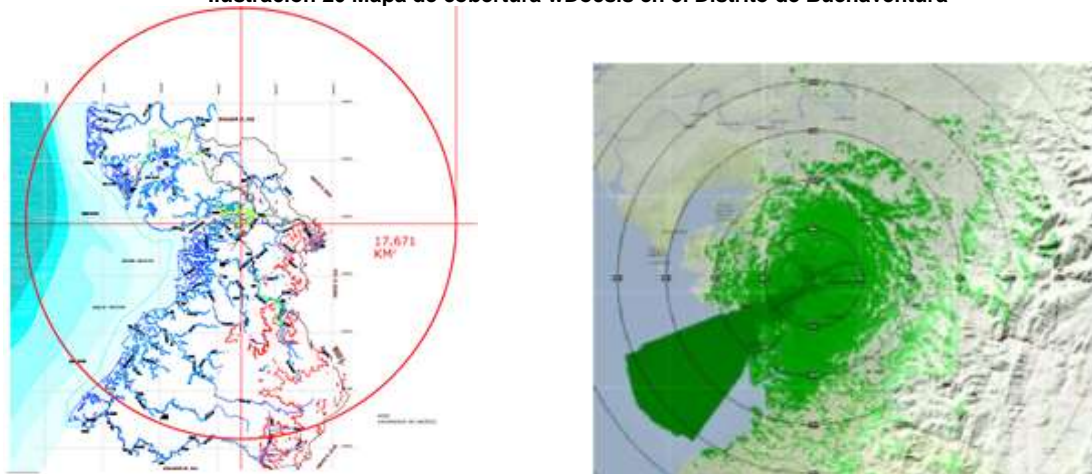
Location:	Pacific university
Coordinates:	N 03°50.876' W 076°59.959'
Height:	38m



Fuente: Equipo técnico Nodo Pacifico

La antena de transmisión se ubicará en la terraza del Bloque Nro 11 del Campus universitario de la Universidad del Pacífico izada en un mástil de aproximadamente 30mts (Ver Ilustración 20).

Ilustración 20 Mapa de cobertura wDocsis en el Distrito de Buenaventura



Fuente: Equipo técnico Nodo Pacifico

En la ilustración 20, se muestra la cobertura de la señal emitida por el Nodo Tecnológico wDocsis, de acuerdo con las características de cobertura de señal (17.671 Km^2) y tomando como punto de emisión el campus de la Universidad del Pacifico, el cual se encuentra a **86 msnm** (Utilizando el dispositivo Garmin Etrex 10 GPS) se logrará obtener un cubrimiento de más del 85% del territorio del Litoral Pacifico Vallecaucano, una parte del territorio del Litoral Pacifico Chocoano, Jamundí, Dagua y Darién (Ver Ilustración 20).

5.4.3.2 Ubicación de puntos CPE

Los cinco 5 puntos CPE seleccionados para la prueba piloto correspondiente con instituciones educativas ubicadas dentro del rango de cobertura de la señal del Nodo Tecnológico al norte: Rio San Juan y el Resguardo indígena Santa Rosa de

Guayacán. Al Sur en el corregimiento del Naya: San Lorenzo, San Francisco y la Concepción (Ver Tabla 8) (Ver Ilustración 21).

Tabla 8 Ubicación de los 5 puntos CPE

Lugar de despliegue CPE	Ubicación	Distancia (Km)
Campus Universidad del Pacífico	3,8478884, -76,9992011	0km
La Concepción	3.5201337, -77.1345967	39,1 km
San Francisco	3.3355286, -77.1994395	60,37 km
San Lorenzo	3.2812158, -77.2885574	69,98 km
Rio San Juan	4.0520961, -77.2652761	37,2 km
Resguardo indígena de Santa Rosa de Guayacán	3.9927879, -77.3045474	37,54 km

Fuente: Equipo Técnico Nodo Pacífico

Ilustración 21 Geo referenciación de los 5 puntos CPE



Fuente: Equipo Técnico Nodo Pacífico

5.4.3.3 Base jurídica para la operación del Nodo Tecnológico

Con la aprobación de MinTIC, otorgada el 20 de diciembre de 2017 y acorde con los términos de la Resolución 461 del 1 de agosto de 2017 [42], la Universidad del Pacífico puede construir y operar un nodo tecnológico wDOCSIS en su campus, cuya cobertura para brindar servicios de acceso a internet por banda ancha equivaldrá al 80% de la zona rural del Distrito Especial de Buenaventura.

5.4.3.4 Modelo Operativo de Nodo Pacífico SAS ESP.

La operación de Nodo Pacífico SAS ESP tendrá la siguiente estructura funcional autorizada por el Consejo Superior de la Universidad del Pacífico, de acuerdo con los lineamientos establecidos por la asamblea de socios de Nodo Pacífico SAS ESP (Ver Ilustración 22).

Ilustración 22 Estructura Organizacional Funcional



Fuente: Equipo Nodo Pacífico SAS

En la operación de un día típico del negocio, el director ejecutivo y su asistente administrativa se encuentran el lunes de cada semana de manera virtual con el staff de los socios privados que están reunidos en las ciudades de Cali y Vancouver.

En esta reunión, los directores de cada área exponen el estado de los proyectos a su cargo. Las áreas son:

- Administrativa y financiera (a cargo del director ejecutivo), quien describe el seguimiento a los diferentes temas administrativos y financieros de la empresa.
- I+D (a cargo del director de Innovación), quien describe el estado de los proyectos de investigación que se adelantan, tanto “in house”³¹ como en alianza con las diferentes instituciones y universidades.
- Ventas (a cargo del director comercial), describe el estado de los diferentes procesos de venta que adelanta y hace seguimiento a las metas establecidas para cada mes.
- Desarrollo estratégico del negocio (a cargo del director de marketing), describe el estado de los diferentes macro-proyectos a su cargo, alianzas, grandes negocios de integración.

³¹ En términos prácticos, el término in-house se refiere a las iniciativas desarrolladas al interior de una misma organización por su propio personal de colaboradores.

- Telecomunicaciones (a cargo del director de redes), expone el estado de los servicios de acceso a su cargo, la expansión de las redes y un resumen de los informes de mantenimiento preventivo y correctivo de las redes.
- IT (a cargo del director de servicios de integración), expone el estado de los negocios de integración a su cargo, metas, problemas encontrados, alianzas nuevas, certificaciones, etc.
- Jurídico (a cargo del director jurídico), quien expone el estado de los procesos a su cargo, incluyendo obtención de licencias, estudio de contratos y el seguimiento a los litigios trabados por o en contra de la sociedad.
- Desarrollo humano y cooperación internacional, quien expone los avances de cada proceso a su cargo.

Cada área expone las metas alcanzadas, principales obstáculos encontrados y se debate en grupo las posibles soluciones de los principales temas:

- La reunión es presidida por el representante legal.
- Al final, el director ejecutivo levanta el acta y quedan repartidas tareas para la semana.
- Los negocios nuevos son atendidos por el director comercial quien pasa la mayor parte de la semana en el Distrito de Buenaventura
- La empresa atiende a varios clientes de la ciudad en su conectividad a Internet y en sus enlaces de datos.
- Las cuadrillas (que en esta fase hacen parte del staff de Los socios privados) recorren la ciudad atendiendo el mantenimiento preventivo y correctivo de la red.
- La red se opera desde el nodo tecnológico implementado en el campus de la Universidad del Pacífico.
- Cuando los primeros proyectos de integración empiezan a cerrarse, el director de IT consolida diversos contratos con grupos de implementación

local, preferiblemente provenientes de los socios y aliados naturales de Nodo Pacífico SAS ESP (Alcaldía Distrital, Gobernación del Valle, Universidad del Pacífico, Universidad del valle, Sociedad portuaria de Buenaventura SPB, Parquesoft; entre otros)

- La implementación de los proyectos se realiza en la ciudad, con soporte e ingeniería locales, obviamente apoyados desde el exterior por los diferentes aliados, cuando así se requiera.
- El director de I+D interactúa permanentemente con los diferentes grupos de trabajo que se han conformado en la ciudad, y sirve de puente para avanzar en las alianzas internacionales.
- El director de marketing se enfoca en desarrollar alianzas nuevas y en incluir a Nodo Pacífico SAS ESP en los macro-proyectos que a nivel nacional pueden tener eco en el Distrito de Buenaventura y en la región pacífica del Valle del Cauca.

5.4.3.5 Puesta en operación del Nodo Tecnológico

Con la financiación de recursos aprobados por el Consejo Superior de la Universidad del Pacífico, en febrero de 2020, la ejecución del proyecto nodo Pacífico surtirá tres (3) Fases así (Ver Ilustración 23).

Ilustración 23 Fases de Implementación Proyecto Nodo Pacífico



Fuente: Equipo Nodo Pacífico SAS ESP

La Fase 1, se llevará a cabo durante el año 2020, incluye las adecuaciones físicas y la adquisición de equipos para el nodo tecnológico de acceso inalámbrico wDocsis. También, incluye la capacitación de ingenieros y técnicos de campo y la instalación y operación por 6 meses de los 5 puntos acordados con la Agencia Nacional del Espectro - ANE para garantizar la no interferencia con los operadores de TV con una inversión de USD \$823.850.

La Fase 2, se desarrollará en el año 2021, da inicio a la caracterización socio económica de las comunidades y al diseño de contenidos específicos para impactar sus actividades productivas y culturales. Contempla instalar 110 puntos CPE adicionales con Internet y energía solar. Así mismo, la sistematización de la experiencia en un documental producido profesionalmente por una inversión de USD \$1.731.587.

La Fase 3, se inicia a partir del año 2022, y da inicio a la duplicación del modelo a nivel nacional. A partir del trabajo realizado en el año 2020, la apropiación del conocimiento aportado por el equipo canadiense FBG y la sistematización del modelo, La Universidad del Pacífico y Nodo Pacífico SAS ESP emprenderán dos estrategias comerciales con un modelo de negocios autosustentable cuyos requerimientos de financiación se definirán en el momento:

- Campus Virtual
- Convenios Interinstitucionales de transferencia tecnológica para replicar el modelo con actores locales de todo el país, tanto privados como públicos.

5.4.3.6 Impacto, retorno y oportunidades de la inversión

La inversión por US\$823.850, en la Fase 1, permitirá:

- Cumplir con el cronograma comprometido con el MinTIC y la ANE en el año 2020

- Iniciar oportunamente la fabricación de los equipos y las adecuaciones físicas en la sede campus de la Universidad

5.4.3.6.1 Impacto social

El nodo tecnológico, con alcance de hasta 75 kilómetros a la redonda (17.641Km²), permitirá conectar 1.080 clientes a velocidades de hasta 50Mbps³² en todos los sectores:

- Instalaciones del sistema de salud
- Escuelas rurales
- Puntos y KioskosVive Digital
- Sector productivo de transporte terrestre y marítimo, hotelería, pesca, aserríos, minería, etc.

5.4.3.6.2 Impacto para la Universidad del pacífico

- Se fortalecerá la posición de la Universidad en Ciencia y Tecnología como objetivo misional
- Se aportará un proyecto que agregará valor a los programas de Ingeniería de Sistemas y Sociología
- Se generará una opción como desarrollo emprendedor tanto para estudiantes como para egresados y docentes.
- Se hará posible la expansión de la oferta académica de la Universidad del Pacífico, a través de la estrategia de Campus Virtual.

³² Capacidad máxima del equipo CMTS - Connect Gen3 DOCSIS 3.0 UHF Broadband wireless DOCSIS System

5.4.3.6.3 Retorno esperado

Desde el inicio mismo del proyecto, se considera que la expansión de red permitirá llegar comercialmente hasta 1.080 usuarios rurales³³ con una inversión inicial de US\$823.850 en la Fase 1, con costos directos por \$107 millones y costos de nómina por \$288.500.000 (ver tabla 9).

Tabla 9 Inversión y costos operativos

TRM \$ 3.281

	Periodo 0	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5
Actividades	Valor de la Actividad					
Recurso						
FBG-BTS-10-1111 (CMTS - 01 unidad)	\$ 1.476.490.500					
FBG-RFM-20-1001 (01 unidad)	\$ 1.170.135.497					
FBG-CPE-10-1201 (10 unidades incluidas)	\$ 29.000.000					
Planta Solar Fotovoltaica (5 Unidades)	\$ 27.500.000					
Nómina	\$ 288.500.000	\$288.500.000	\$ 288.500.000	\$288.500.000	\$288.500.000	\$288.500.000
Costos operativos	\$ -	\$107.000.000	\$ 107.000.000	\$107.000.000	\$107.000.000	\$107.000.000
TOTAL EGRESOS	\$ 2.991.625.997	\$395.500.000	\$ 395.500.000	\$395.500.000	\$395.500.000	\$395.500.000

Fuente: Equipo Nodo Pacífico

Sumando las partidas de inversión inicial en equipos y nómina, se obtiene un total de \$2.991.625,997. En costos fijos se tienen \$395.500.000 a partir del primer periodo.

A continuación, se va a realizar una evaluación del retorno de esta inversión teniendo en cuenta que el nodo debe prestar servicio a: el proyecto conexión total 2020 de MinEducación, los Kioskos vive digital del MinTic y a Instituciones Educativas de las zonas rurales del Distrito de Buenaventura. para hacerlo, se consideran las tarifas de conectividad rural aceptadas por el Ministerio de educación Nacional – MinEducación en el proyecto Conexión Total 34 20²⁰ ³⁵. En este escenario, 540 enlaces de 1Mbps generarán un flujo de caja mensual de \$432.000.000. Cuando se asigna un promedio de 10Mbps en cada uno de los 21

³³ Capacidad máxima del equipo CMTS - Connect Gen3 DOCSIS 3.0 UHF Broadband wireless DOCSIS System

³⁴ Conexión Total: Es un programa promovido y creado por el Gobierno Nacional en cabeza del Ministerio de Educación Nacional y liderado por la Oficina de Tecnología y Sistemas de Información, para ampliar la cobertura de conectividad en los establecimientos educativos oficiales, garantizando el suministro de un servicio continuo y de calidad, como medio para fortalecer las competencias de los estudiantes en el uso de las TIC's, para alcanzar los objetivos de una educación de calidad con enfoque en el cierre de la brecha digital.

³⁵ Ficha técnica Conectividad Conexión Total 2020 Fuente: https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-190692_ficha_tecnica_conectividad.pdf

Kioskos Vive Digital de MinTIC³⁶, el retorno sería por \$720.000.000 al año. Cuando se entrega un promedio de 5Mbps a cada una de las 20 sedes educativas del sector rural en el Distrito de Buenaventura, el retorno sería por \$450.000.000 al año. Si se suman los retornos por concepto de estas tres partidas, se obtiene un valor de \$1.602.000.000. Este valor se considera un buen retorno, dadas las características del proyecto.

Para evaluar financieramente un proyecto, se utilizan diferentes razones financieras, entre ellas: la tasa interna de retorno, el valor presente neto y el periodo de recuperación de la inversión. La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Esta razón financiera hace que la inversión sea igual a la tasa en los flujos de caja. El Valor Presente Neto (VPN) es la herramienta que permite traer a valor presente la totalidad de flujos de caja en una organización para verificar cuáles serán las cifras de pérdidas o ganancias. Y el periodo de retorno es el período de recuperación de la inversión (PR) es un indicador que mide en cuánto tiempo se recuperará el total de la inversión a valor presente [43]. La evaluación financiera del proyecto se presenta en la Ilustración 24, lo que significa que, aunque la inversión inicial es alta, el valor de la VPN es positivo, al igual que el valor de la TIR, y el periodo de inversión (PRI) en el tercer año; indica que el proyecto es financieramente viable.

(Ver Ilustración 24)

³⁶ Listado Kioskos Vive Digital de Buenaventura Fuente: <https://www.datos.gov.co/widgets/jvis-efag>

Ilustración 24 Evaluación Financiera TIR, VPN, PRI

TRM	\$ 3.281					
EGRESOS						
	Periodo 0	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5
Actividades	Valor de la Actividad					
Recurso						
Inversión en equipos	\$ 2.703.125.997					
Nómina	\$ 288.500.000	\$ 288.500.000	\$ 288.500.000	\$ 288.500.000	\$ 288.500.000	\$ 288.500.000
Costos operativos	\$ -	\$ 107.000.000	\$ 107.000.000	\$ 107.000.000	\$ 107.000.000	\$ 107.000.000
TOTAL EGRESOS	\$ 2.991.625.997	\$ 395.500.000	\$ 395.500.000	\$ 395.500.000	\$ 395.500.000	\$ 395.500.000
INGRESOS						
Proyecto Conexión Total 540 enlaces de 1Mbps		\$ 432.000.000	\$ 432.000.000	\$ 432.000.000	\$ 432.000.000	\$ 432.000.000
Kioskos Vive Digital de MinTIC 21 enlaces de 10Mbps		\$ 720.000.000	\$ 720.000.000	\$ 720.000.000	\$ 720.000.000	\$ 720.000.000
Instituciones Educativas 21 enlaces 5Mbps		\$ 450.000.000	\$ 450.000.000	\$ 450.000.000	\$ 450.000.000	\$ 450.000.000
TOTAL INGRESOS		\$ 1.602.000.000	\$ 1.602.000.000	\$ 1.602.000.000	\$ 1.602.000.000	\$ 1.602.000.000
INGRESOS - EGRESOS	-\$ 2.991.625.996,50	\$ 1.206.500.000,30	\$ 1.206.500.000,30	\$ 1.206.500.000,30	\$ 1.206.500.000,30	\$ 1.206.500.000,30
TIR - Tasa interna de rendimiento	29%					
Punto de equilibrio	-\$ 2.991.625.996,50	-\$ 1.785.125.996,20	-\$ 578.625.995,90	\$ 627.874.004,40	\$ 1.834.374.004,70	\$ 3.040.874.005,00
TIR Punto de equilibrio	1%					
VPN - Valor presente neto	\$ 147.744.025,50					
PRI - Periodo de Retorno de inversión	3 años					

Fuente: Elaboración propia

5.4.3.6.4 Oportunidades de mercado

El 70% de los municipios conectados con Fibra Óptica en el territorio nacional, operada por Azteca Comunicaciones Colombia³⁷, aún carecen de capilaridad de red. Algunos ejemplos de penetración de Internet solamente en el litoral pacífico, menor al 3.1% [44]:

- San Andrés de Tumaco (1,5%)
- Mosquera (0,1%)
- Timbiquí (0%)
- Guapi (0,1%)
- Novita (0,1%)
- Condoto (1,1)
- Carmen de Atrato (0,1%)
- Río Sucio (0,2%)

³⁷ Azteca Comunicaciones Colombia, en el año 2011, fue la empresa seleccionada por el gobierno nacional para planear, diseñar, instalar, poner en servicio, administrar, operar y mantener la red de transporte óptico en cerca de 753 municipios y 2000 instituciones públicas, orientado a la expansión de la infraestructura de fibra óptica nacional, dentro del marco del Proyecto Nacional de Fibra Óptica.

5.4.3.7 Resultados del proyecto.

Los resultados del proyecto **“Diseño de un nodo tecnológico para proveer la conectividad de última milla en zonas rurales aisladas del Distrito de Buenaventura”**.

Desde la perspectiva económica, y con base en los indicadores financieros considerados, permiten afirmar que el proyecto es viable, a través de una VPN de valor positivo. Del mismo modo, el indicador de rentabilidad del proyecto TIR, muestra un valor positivo.

Desde la perspectiva social y de equidad, el proyecto mejora las condiciones de cobertura y acceso a internet a los pobladores de las zonas rurales aisladas del Distrito de Buenaventura.

Los resultados permiten concluir, desde la perspectiva técnica, y a través de la ejecución de la prueba de laboratorio (trial), que la implementación del Nodo Tecnológico wDocisis no genera interferencias al servicio primario de difusión de televisión DVB-T2 (TV Digital) o la NTSC-M (TV Analógica)

Desde la perspectiva jurídica, se puede concluir que la implementación, despliegue y operación del Nodo Tecnológico wDocisis, se encuentra amparado por el marco legal colombiano bajo los términos de la Ley 1978 de 2019 y la resolución 461 del 1 de agosto de 2017.

Se espera que la prueba de pilotaje con despliegue de cinco (5) equipos CPE del Nodo Tecnológico wDocsis, permita documentar la experiencia de No interferencia de señal al servicio primario de televisión DVB-T2 (TV digital) y NTSC-M (TV analógica), de esta manera poder expandir a los 115 puntos CPE en el Distrito de Buenaventura y posteriormente replicar el modelo para aplicarlo al servicio de la comunidad del litoral pacífico colombiano y el territorio nacional.

6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.

La utilización del marco de trabajo de la gerencia de proyectos, sus procesos, técnicas y herramientas, permite:

- Estructurar apropiadamente un proyecto considerando sus dimensiones social, tecnológica y económica.
- Garantizar el retorno de la inversión de un proyecto con profundas implicaciones sobre el desarrollo de comunidades marginadas en la costa pacífica vallecaucana.
- Utilizar el proceso propuesto para abordar el presente trabajo de grado-como referencia para estructurar y justificar proyectos de iniciativas similares.

Como trabajo futuro, a partir del resultado de la prueba piloto, se debe crear un modelo de gestión sociológica de inserción a las comunidades que permitan crear redes comunitarias para garantizar el sostenimiento y soporte de la solución tecnológica sin requerir subsidios estatales.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] «INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI - IGAC,» [En línea]. Available: <https://igac.gov.co/noticias/tan-solo-el-03-por-ciento-de-dedo-el-territorio-colombiano-corresponde-areas-urbanas-igac>.
- [2] [En línea]. Available: <https://www.mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-propertyvalue-647.html>.
- [3] M. Francisco Córdova, «TECNOLOGIAS DE ACCESO - ULTIMA MILLA,» 2019. [En línea]. Available: http://www.imaginar.org/iicd/tus_archivos/TUS6/2_tecnologia.pdf.
- [4] L. B. Carlos Baca, «Redes Comunitarias en América Latina. Desafíos, regulaciones y soluciones,» Internet Society, 2018. [En línea]. Available: <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2018/11/2018-Redes-Comunitarias-ES.pdf>.
- [5] U. -. S. O. Messano, «ESTUDIO DE LA CONECTIVIDAD INTERNACIONAL DE INTERNET en América Latina y el Caribe,» 2013.
- [6] Wikipedia, «Televisión en Colombia,» [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Televisi%C3%B3n_en_Colombia.
- [7] Wikipedia, «DOCSIS - Data Over Cable Service Interface Specification.,» 2020. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/DOCSIS>.
- [8] CableLabs, «Cable Modem Operations Support System Interface Specification - CM-SP-CM-OSSv4.0,» 2020. [En línea]. Available: <https://specification-search.cablelabs.com/CM-SP-CM-OSSv4.0>.
- [9] Wikipedia, «Centro de Control de la Red,» [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Centro_de_Control_de_la_Red.
- [10] Wikipedia, «Customer Premises Equipment,» [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Customer_Premises_Equipment.
]
- [11] Wikipedia, «DOCSIS,» [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/DOCSIS>.
]
- [12] K. S. —. D. Member, «Dynamic Spectrum Access & TV White Spaces,» 2017.
]
- [13] R. C. Inc, «WHITE PAPER | Deploying Wireless Broadband in TVWS Frequencies to Bridge the Digital Divide,» 2018. [En línea]. Available: <https://rdlcom.com/wp-content/uploads/Redline-White-Paper-Wireless-Broadband-in-TVWS.pdf>.
]
- [14] R. C. Inc., «BRIDGING THE DIGITAL DIVIDE IN MOUNTAINOUS RURAL MARYLAND,» 2017. [En línea]. Available: <https://rdlcom.com/wp-content/uploads/Declaration-Networks-w-NeuBeam-Logo.pdf>.
]
- [15] A. Communications, «Redline White Paper Wireless Broadband in TVWS,» [En línea]. Available: <http://rdlcom.com/wp-content/uploads/Redline-White-Paper-Wireless-Broadband-in-TVWS.pdf>.
]
- [16] R. A. N. V. -. A. N. d. E. ANE, «TV WHITE SPACES DATABASE,» 2019. [En línea]. Available: http://portalanterior.ane.gov.co/images/ArchivosDescargables/Espacios_en_Blanco_TV/Presentaciones_Eventos/ColombiaANE_TVWS_DB_spec.pdf.
- [17] Wikipedia, «DVB-T Digital Video Broadcasting – Terrestrial,» 2020. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/DVB-T>.
]
- [18] Wikipedia, «La televisión de alta definición (HDTV),» 2020. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Televisi%C3%B3n_de_alta_definici%C3%B3n.
]
- [19] Wikipedia, «DVB-T2,» [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/DVB-T2>.
]
- [20] T. J. T. Dillan Theckedath, «Rural Broadband Deployment,» 2011. [En línea]. Available: https://lop.parl.ca/sites/PublicWebsite/default/en_CA/ResearchPublications/201157E.
]
- [21] [En línea]. Available: http://publications.gc.ca/collections/collection_2013/crc/Iu105-1-1-2003-eng.pdf.
]
- [22] E. C. C. (ECC), «CEPT Report 159: Technical And Operational Requirements For The Possible Operation Of Cognitive Radio Systems In The 'White Spaces' Of The Frequency Band 470-790 MHz,» 2011.
]
- [23] E. C. C. (ECC), «"Technical considerations regarding harmonisation options for the Digital Dividend",» 2008.
]

- [24 C. N. d. M. Histórica, «Buenaventura un puerto sin comunidad,» Buenaventura, 2015.
]
- [25 C. Colombia, «Mapa de Cobertura móvil Claro,» [En línea]. Available: <https://www.claro.com.co/personas/soporte/mapas-de-cobertura/>.
]
- [26 Movistar. [En línea]. Available: <http://www.movistar.co/web/portal-col/atencion-cliente/cobertura-tecnologia>.
]
- [27 MinTic, «Plan Vive Digital Colombia,» 2014-2018. [En línea]. Available: https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-8247_recurso_2.pdf.
]
- [28 K. Mizutani, Z. Lan, R. Funada y H. Harada, «IEEE802.11af with partial subcarrier system for effective use of TV white spaces,» 2013. [En línea]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6649429/citations?tabFilter=papers#citations>.
]
- [29 MinTic, «Kioscos Vive Digital,» [En línea]. Available: <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-propertyvalue-36365.html>.
]
- [30 c. d. R. d. C. d. Colombia, «RESOLUCIÓN 711 DE 2016,» 2016. [En línea]. Available: https://normograma.info/crc/docs/pdf/resolucion_ane_0711_2016.pdf.
]
- [31 MinTic, «Ley 1341 de 2009,» 2009. [En línea]. Available: https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-3707_documento.pdf.
]
- [32 «Nuevas reglas para usar los espacios blancos de la TV para ofrecer Internet,» [En línea]. Available: <https://www.adslzone.net/2018/01/09/espacios-blancos-internet-rural-reglas/>.
]
- [33 M. Gonzalez, «Redes Telemáticas - Plataforma para la difusión de conocimientos dentro del ámbito de las redes informáticas, redes de datos e Internet,» 2012. [En línea]. Available: <http://redestelematicas.com/la-ultima-milla/>.
]
- [34 S. d. S. d. D. Buenaventura, «Análisis de Situación de Salud Modelo de los Determinantes Sociales de Salud Distrito de Buenaventura,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/PSP/asis-distrital-2016-buenaventura.pdf>.
]
- [35 A. d. Buenaventura., «ANUARIO ESTADISTICO BUENAVENTURA EN CIFRAS,» Buenaventura, 2012-2013.
]
- [36 DANE, «DANE Boletín Censo General 2005 Buenaventura,» 2005. [En línea]. Available: https://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/76109T7T000.PDF.
]
- [37 FEDESARROLLO, «"HACIA UN DESARROLLO INTEGRAL DE LA CIUDAD DE BUENAVENTURA Y SU ÁREA DE INFLUENCIA",» 2013. [En línea]. Available: https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/198/Hacia_un_desarrollo_integral_de_la_ciudad_de_Buenaventura_y_su_area_de_influencia_-_Informe_final_2013.pdf?sequence=2%26isAllowed=y.
]
- [38 P. Á. G. -. U. d. Valle, «INFORME DE DESARROLLO HUMANO PARA EL VALLE DEL CAUCA,» [En línea]. Available: <http://acaso.univalle.edu.co/Informe%20Final%20PNUD.pdf>.
]
- [39 MinCiencias, «CREACIÓN DE EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA (SPIN OFFS) y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES,» [En línea]. Available: <https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/ley1838-2017.pdf>.
]
- [40 Superservicios, «Zonas no Interconectadas - Diagnóstico de la prestación del servicio de energía eléctrica,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/SSPD%20Publicaciones/Publicaciones/2018/Sep/diagnosticozni-superservicios-oct-2017.pdf>.
]
- [41 ©. E. T. S. Institute, «Intelligent Transport Systems (ITS); Test specifications for the methods to ensure coexistence of Cooperative ITS G5 with RTTT DSRC; Part 2: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS&TP),» 2012. [En línea]. Available: https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102900_102999/10291602/01.01.01_60/ts_10291602v010101p.pdf.
]
- [42 A. N. d. E. -. ANE, «RESOLUCIÓN 461 DE 2017 "Por la cual se modifica la Resolución 711 de 2016 para establecer las condiciones de uso de los dispositivos de espacios en blanco",» 2017. [En línea]. Available: http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol_5e006693d58440bbbabc3a624d211bc.
]
- [43 G. Arboleda, Identificación, formulación, evaluación y gerencia 2 edición, Alfaomega, 2013.
]

- [44 R. Portafolio, «Litoral con potencial, pero rezagado,» DICIEMBRE 12 DE 2019. [En línea]. Available: <https://www.portafolio.co/litoral-con-potencial-pero-rezagado-revista-portafolio-536494>.
]
- [45 M. d. T. R. d. Colombia. [En línea]. Available: https://micrositios.mintic.gov.co/ley_tic/pdf/ley_tic_1978.pdf.
]
- [46 «Proyección poblacional -Edades simples 1985-2020.,» [En línea]. Available: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion..>
]
- [47 Wikipedia, «Buenaventura (Valle del Cauca),» [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Buenaventura_\(Valle_del_Cauca\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Buenaventura_(Valle_del_Cauca)).
]
- [48 P. d. M. A. d. IDEAM, «CARTAS CLIMATOLÓGICAS - MEDIAS MENSUALES AEROPUERTO DE BUENAVENTURA,» [En línea]. Available: <http://bart.ideam.gov.co/cliciu/buena/tabla.htm>.
]
- [49 L. P. a. D. Richardson, «The First Mile of Connectivity”. Advancing Telecommunications For Development.,» 1998. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/3/a-x0295e.pdf>.
]
- [50 A. N. d. E. ANE, «Respuesta comentario TVWS,» [En línea]. Available: <https://www.ane.gov.co/images/ArchivosDescargables/Comentarios/TVWS/RespuestasComentariosTVWS.pdf>.
]
- [51 «First Broad Band Group,» [En línea]. Available: <https://firstbroadbandgroup.com/>.
]

8. ANEXOS

8.1 Resultados Pruebas de laboratorio FBG (Etapa Trial)

Los datos para las pruebas de televisión digital para wDOCSIS en sentido downstream (transmisión BTS) y Upstream (transmisión CPE) y para los tres estándares de modulación DVB-T2 se resumen en las dos tablas siguientes:

Ilustración 25 Resultados test TV Digital Downstream

Digital Television Test Results – wDOCSIS Downstream Interference Signal – Two Channels, 629 MHz and 635 MHz											
	Channel Separation - Interference Frequency Relative to TV Signal Frequency	-5	-4	-3	-2	-1	1	2	3	4	5
	Digital TV Channel Center Frequency (MHz)	665	659	653	647	641	623	617	611	605	599
64QAM 3/4 FEC	Set-top Box (STB) Input Sensitivity Threshold (dBm)	-82.3	-82.3	-82.3	-81.3	-82.3	-82.3	-82.3	-82.3	-82.3	-82.3
	TV Signal Reference Level at STB Input (dBm)	-72.3	-72.3	-72.3	-71.3	-72.3	-72.3	-72.3	-72.3	-72.3	-72.3
	wDOCSIS Interference Power at STB Input before Picture Degradation (dbm)	-13.9	-18.9	-19.9	-22.9	-43.9	-45.9	-26.9	-19.9	-15.9	-13.9
64QAM 2/3 FEC	Set-top Box (STB) Input Sensitivity Threshold (dBm)	-83.3	-83.3	-84.3	-83.3	-84.3	-84.3	-84.3	-84.3	-84.3	-84.3
	TV Signal Reference Level at STB Input (dBm)	-73.3	-73.3	-74.3	-73.3	-74.3	-74.3	-74.3	-74.3	-74.3	-74.3
	wDOCSIS Interference Power at STB Input before Picture Degradation (dbm)	-14.9	-16.9	-18.9	-22.9	-43.9	-44.9	-26.9	-20.9	-18.9	-15.9
16QAM 1/2 FEC	Set-top Box (STB) Input Sensitivity Threshold (dBm)	-86.3	-86.3	-86.3	-85.3	-86.3	-86.3	-86.3	-87.3	-86.3	-86.3
	TV Signal Reference Level at STB Input (dBm)	-76.3	-76.3	-76.3	-75.3	-76.3	-76.3	-76.3	-77.3	-76.3	-76.3
	wDOCSIS Interference Power at STB Input before Picture Degradation (dbm)	-15.9	-17.9	-17.9	-21.9	-41.9	-43.9	-25.9	-20.9	-17.9	-15.9

Fuente: Firts Broadband Group - FBG

Ilustración 26 Resultados test TV Digital Upstream

Digital Television Test Results – wDOCSIS Upstream Interference Signal – 695 MHz											
	Channel Separation - Interference Frequency Relative to TV Signal Frequency	-5	-4	-3	-2	-1	1	2	3	4	5
	Digital TV Channel Center Frequency (MHz)	725	719	713	707	701	689	683	677	671	665
64QAM 3/4 FEC	Set-top Box (STB) Input Sensitivity Threshold (dBm)	-82.3	-81.3	-82.3	-82.3	-82.3	-81.3	-82.3	-82.3	-82.3	-82.3
	TV Signal Reference Level at STB Input (dBm)	-72.3	-71.3	-72.3	-72.3	-72.3	-71.3	-72.3	-72.3	-72.3	-72.3
	wDOCSIS Interference Power at STB Input before Picture Degradation (dbm)	-17.9	-15.9	-17.9	-32.9	-66.9	-64.9	-39.9	-25.9	-27.9	-18.9
64QAM 2/3 FEC	Set-top Box (STB) Input Sensitivity Threshold (dBm)	-83.3	-83.3	-84.3	-83.3	-83.3	-83.3	-84.3	-83.3	-83.3	-83.3
	TV Signal Reference Level at STB Input (dBm)	-73.3	-73.3	-74.3	-73.3	-73.3	-73.3	-74.3	-73.3	-73.3	-73.3
	wDOCSIS Interference Power at STB Input before Picture Degradation (dbm)	-16.9	-14.9	-17.9	-28.9	-65.9	-65.9	-40.9	-24.9	-23.9	-16.9
16QAM 1/2 FEC	Set-top Box (STB) Input Sensitivity Threshold (dBm)	-86.3	-85.3	-86.3	-85.3	-86.3	-86.3	-86.3	-86.3	-86.3	-86.3
	TV Signal Reference Level at STB Input (dBm)	-76.3	-75.3	-76.3	-76.3	-76.3	-76.3	-76.3	-76.3	-76.3	-76.3
	wDOCSIS Interference Power at STB Input before Picture Degradation (dbm)	-15.9	-15.9	-17.9	-23.9	-62.9	-64.9	-33.9	-26.9	-18.9	-17.9

Fuente: Firts Broadband Group - FBG

Los datos para las pruebas de televisión analógica para wDOCSIS en sentido Downstream (transmisión BTS) y upstream (transmisión CPE) y para el estándar de modulación NTCS-M se resumen en las dos tablas siguientes:

Ilustración 27 Resultados test TV Análogo Downstream y Upstream

Analog Television Test Results -- wDOCSIS Downstream Interference Signal -- Two Channels, 629 MHz and 635 MHz										
Channel Separation - Interference Frequency Relative to TV Signal Frequency	-5	-4	-3	-2	-1	1	2	3	4	5
Digital TV Channel Center Frequency (MHz)	725	719	713	707	701	689	683	677	671	665
Analog TV Receiver Input Sensitivity Threshold (dBm)	-61.3	-62.3	-61.3	-58.3	-61.3	-61.3	-61.3	-61.3	-61.3	-60.3
TV Signal Reference Level at Analog Receiver Input (dBm)	-58.3	-59.3	-58.3	-55.3	-58.3	-58.3	-58.3	-58.3	-58.3	-57.3
wDOCSIS Interference Power at last clear picture before First Detectable Picture Degradation (dbm)	-25.9	-26.9	-23.9	-21.9	-55.9	-54.9	-27.9	-24.9	-22.9	-21.9
wDOCSIS Interference Power at last clear picture before Noticeable Interference (dbm)	-18.9	-20.9	-17.9	-16.9	-48.9	-50.9	-21.9	-17.9	-17.9	-15.9

Analog Television Test Results -- wDOCSIS Upstream Interference Signal -- 695 MHz										
Channel Separation - Interference Frequency Relative to TV Signal Frequency	-5	-4	-3	-2	-1	1	2	3	4	5
Digital TV Channel Center Frequency (MHz)	725	719	713	707	701	689	683	677	671	665
Analog TV Receiver Input Sensitivity Threshold (dBm)	-55.3	-53.3	-55.3	-56.3	-54.3	-57.3	-56.3	-56.3	-55.3	-57.3
TV Signal Reference Level at Analog Receiver Input (dBm)	-52.3	-50.3	-52.3	-53.3	-51.3	-54.3	-53.3	-53.3	-52.3	-54.3
wDOCSIS Interference Power at last clear picture before First Detectable Picture Degradation (dbm)	-22.9	-24.9	-31.9	-38.9	-59.9	-68.9	-49.9	-33.9	-28.9	-25.9
wDOCSIS Interference Power at last clear picture before Noticeable Interference (dbm)	-15.9	-14.9	-22.9	-30.9	-55.9	-65.9	-43.9	-30.9	-22.9	-19.9

Fuente: Firts Broadband Group - FBG

Los niveles de potencia de la señal de interferencia en la entrada del decodificador y en la entrada del receptor de TV analógica nos informan cuál es la cantidad tolerable de potencia de transmisión del BTS y del CPE antes de afectar la recepción de señales de transmisión de televisión. El diseño de la prueba asegura que los niveles registrados se acercaron a los peores escenarios esperados en una implementación en vivo. Los datos en la separación de más y menos cuatro canales y más se destacan porque reflejan la banda de protección mínima de tres canales que FBG generalmente recomienda para implementaciones de wDOCSIS.

Nuevamente, debe tenerse en cuenta que para la prueba de interferencia de transmisión Upstream o CPE, el CPE se cargó con una cantidad inusualmente alta de tráfico ascendente para crear una señal de interferencia de banda ancha

continúa porque la carga ascendente de un enlace de videoconferencia bidireccional no era suficiente para nuestras pruebas de interferencia para devolver datos significativos. Los niveles de potencia requeridos para interrumpir la señal de televisión observada excedieron los límites de la configuración de prueba. Esto significa que, con el tráfico residencial normal de Internet, la interferencia de transmisión de CPE no tuvo impacto en la calidad de la imagen de televisión a niveles de interferencia de al menos hasta -6.9dBm (el nivel máximo de potencia de interferencia de la configuración de prueba). El tráfico en ráfaga y la baja velocidad de datos esperada del uso básico de Internet significa que un decodificador digital podrá superar fácilmente las señales de interferencia del CPE a potencias mucho más altas que las registradas en estas tablas.