

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

PROYECTO TÉCNICO CON ENFOQUE SOCIAL:

“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO DE UNA RED  
HÍBRIDA PARA BRINDAR SERVICIO DE INTERNET A  
LAS PARROQUIAS DE CHONTAMARCA Y  
CHOROCOYTE DEL CANTÓN CAÑAR”

AUTORES:

CHRISTIAN MARCELO CÓRDOVA VILLARREAL  
ISMAEL DAVID VILLAMAGUA SARMIENTO

TUTOR:

ING. EDWIN JOHNATAN CORONEL GONZÁLEZ

CUENCA – ECUADOR

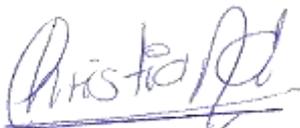
2018

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Christian Marcelo Córdova Villarreal con documento de identificación N°060345333-3 e Ismael David Villamagua Sarmiento con documento de identificación N° 010572249-0 manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO DE UNA RED HÍBRIDA PARA BRINDAR SERVICIO DE INTERNET A LAS PARROQUIAS DE CHONTAMARCA Y CHOROCOPE DEL CANTÓN CAÑAR”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Electrónico*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

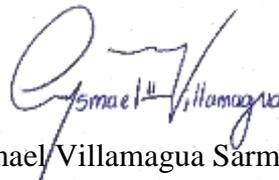
En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, julio del 2018



Christian Córdova Villarreal

CI: 060345333-3



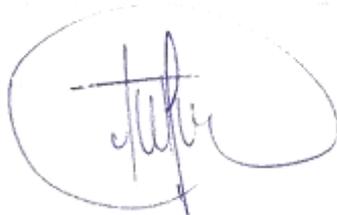
Ismael Villamagua Sarmiento

CI: 010572249-0

## CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi **tutoría** fue desarrollado el trabajo de titulación: **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO DE UNA RED HÍBRIDA PARA BRINDAR SERVICIO DE INTERNET A LAS PARROQUIAS DE CHONTAMARCA Y CHOROCOYTE DEL CANTÓN CAÑAR”**, realizado por Christian Marcelo Córdova Villarreal e Ismael David Villamagua Sarmiento, obteniendo el *Proyecto Técnico con enfoque social* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

**Cuenca, julio del 2018**



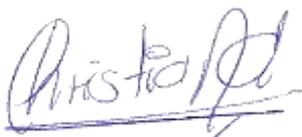
Ing. Edwin Johnatan Coronel González

CI: 0301141222

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

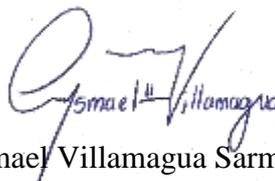
Nosotros, Christian Marcelo Córdova Villarreal con número de cédula CI. 0603453333 e Ismael David Villamagua Sarmiento con número de cédula CI. 0105722490, autores del trabajo de titulación: **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO DE UNA RED HÍBRIDA PARA BRINDAR SERVICIO DE INTERNET A LAS PARROQUIAS DE CHONTAMARCA Y CHOROCOPE DEL CANTÓN CAÑAR”**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico con enfoque social*, es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, julio del 2018



Christian Córdova Villarreal

CI: 060345333-3



Ismael Villamagua Sarmiento

CI: 010572249-0

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi agradecimiento principal es siempre a Dios, por brindarme todas las oportunidades dentro de una vida, para superarme como persona, tanto espiritualmente como intelectualmente. Mi agradecimiento más profundo y con amor es a mi madre que con su apoyo incondicional a sabido impulsarme, en este largo y arduo caminar universitario.

*Christian Marcelo Córdova Villarreal*

Agradezco ante todo a Dios por ser siempre mi guía, impulsarme a ser cada vez mejor persona y brindarme fortaleza para afrontar circunstancias difíciles en mi vida. También deseo agradecer a mi familia en especial a mis padres, por ser siempre un ejemplo a seguir, apoyarme incondicionalmente y haberme enseñado valores que me definen como la persona que soy.

*Ismael David Villamagua Sarmiento*

## DEDICATORIAS

Quiero dedicar este trabajo que se convertirá en el proyecto de mi vida, a una mujer luchadora, amorosa, responsable, la más paciente que ha sabido educarme e apoyarme en todas mis decisiones, más aún en las referentes a mi vida profesional y construcción de mi futuro. *Mi Madre*

**Christian Marcelo Córdova Villarreal**

Este proyecto lo dedico a las personas que más admiro en mi vida, los que continuamente me enseñan a ser una persona humilde y bondadosa, pero a su vez, una persona que no se rinde ante las dificultades que se me presentan, éstas personas me han inculcado esto desde el ejemplo continuo en sus vidas y con la compañía de Dios. Esto les dedico a ustedes “*Papi*” y “*Mami*”.

**Ismael David Villamagua Sarmiento**

# ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIAS.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	XII
ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE ESTUDIO.....	XIV
JUSTIFICACIÓN (IMPORTANCIA Y ALCANCES).....	XVI
OBJETIVOS.....	XVII
OBJETIVO GENERAL.....	XVII
OBJETIVOS ESPECÍFICO.....	XVII
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA O ESTADO DEL ARTE.....	1
1.1 Medios de transmisión.....	1
1.1.1 Medios no guiados – Radio frecuencia.....	1
1.2.1 Medios guiados – Fibra óptica.....	2
1.2 Tipos de enlaces.....	3
1.1.2 Punto a Punto.....	3
1.2.2 Punto Multipunto.....	4
1.3 Características de un Radio Enlace.....	5
1.1.3 Potencia.....	5
1.2.3 Línea de Vista.....	5
1.3.3 Zona de Fresnel.....	6
1.4.3 PIRE.....	8
1.5.3 Parámetros para la determinación de un enlace.....	9
1.4 Equipos.....	15
1.1.4 Antenas.....	15
1.2.4 Router.....	18
1.3.4 Switch.....	19
1.4.4 Equipos Ópticos.....	19
1.5.4 Servidores.....	22
1.6.4 Software de Gestión.....	23
1.5 Componentes de análisis en el estudio de mercado.....	23
1.1.5 Oferta.....	23
1.2.5 Demanda.....	24
1.3.5 Punto de Equilibrio.....	25

1.4.5 Competencia.....	26
1.5.5 Estimación de ventas.....	27
CAPÍTULO 2: DISEÑO Y DESARROLLO .....	29
2.1 Diseño de la Red Inalámbrica .....	29
2.1.1 Enlaces Principales para la parroquia de Chontamarca .....	31
2.2.1 Enlaces Principales para la parroquia de Chorocopte .....	34
2.2 Diseño Red FTTH (Fiber To The Home) Chontamarca .....	45
2.1.2 Diseño de Red Óptica (Feeder) Chontamarca.....	45
2.3 Topología de Red de distribución para la parroquia de Chontamarca. ....	45
2.1.3 Distrito cantonal Chontamarca “CH_01” .....	47
2.2.3 Identificación de abonados.....	48
2.3.3 Survey .....	49
2.4.3 Presupuesto Óptico. ....	49
2.4 Topología de Red de Distribución para la parroquia de Chorocopte.....	51
CAPÍTULO 3: ESTUDIO DE MERCADO .....	54
3.1 Ubicación Geográfica y Análisis Poblacional de la parroquia Chontamarca. .	55
3.2 Ubicación Geográfica y Análisis Poblacional de la parroquia Chorocopte.....	58
3.3 Encuestas en el mercado potencial.....	61
3.1.3 Análisis de los resultados de las encuestas en la parroquia de Chontamarca .....	61
3.2.3 Análisis de los resultados de las encuestas en la parroquia de Chorocopte .....	63
3.3.3 Análisis total de la demanda con fuentes primarias .....	68
3.4.3 Análisis total de la demanda con fuentes secundarias para la parroquia de Chontamarca. ....	69
3.5.3 Análisis total de la demanda con fuentes secundarias para la parroquia de Chorocopte. ....	70
3.4 Costos Directos e Indirectos .....	71
3.1.4 Costos de la Red Inalámbrica para la parroquia de Chorocopte. ....	72
3.2.4 Costos de la Red FTTx para la parroquia de Chontamarca. ....	73
3.3.4 Costo consolidado para la prestación de servicio en las parroquias de Chorocopte y Chontamarca.....	75
3.5 Determinación del punto de equilibrio.....	76
3.1.5 Punto de Equilibrio para la parroquia de Chorocopte.....	76
3.2.5 Punto de Equilibrio para la parroquia de Chontamarca .....	77
3.6 Propuesta de precio para la venta de Megabyte de Servicio .....	79
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	80
4.1 Análisis Económico .....	80
4.1.1 Análisis económico para la parroquia de Chorocopte. ....	81

4.2.1 Análisis económico para la parroquia de Chontamarca.....	86
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	92
APÉNDICES.....	94
APÉNDICE A: DIMENSIONES DEL PROTECTOR PLÁSTICO PARA LOS DISPOSITIVOS..	94
APÉNDICE B: DIMENSIONES DEL INVERNADERO .....	95
APÉNDICE C: ALGORITMO IMPLEMENTADO .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
APÉNDICE D: PROGRAMACIÓN DE ... ..	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA O ESTADO DEL ARTE

Figura 1. 1 <i>Enlace Punto a Punto</i> .....	4
Figura 1. 2 <i>Enlace Punto Multipunto</i> .....	4
Figura 1. 3 <i>Línea de Vista, cerro Buerán a Parroquia de Chorocopte</i> .....	6
Figura 1. 4 <i>Geometría Zona de Fresnel</i> .....	6
Figura 1. 5 <i>Zonas de Fresnel entre un Receptor y Transmisor</i> .....	8
Figura 1. 6 <i>Geometría de Región Zona de Fresnel</i> .....	8
Figura 1. 7 <i>Datos de Gradientes de Refractividad para la Estimación del Factor Geoclimático</i> .....	12
Figura 1. 8 <i>Antena Directiva Rocket Dish</i> .....	16
Figura 1. 9 <i>Antena Omnidireccional AMO 5G13</i> .....	17
Figura 1. 10 <i>Antena Sectorial</i> .....	18
Figura 1. 11 <i>Curva de la Oferta</i> .....	24
Figura 1. 12 <i>Curva de la Demanda</i> .....	25
Figura 1. 13 <i>Punto de Equilibrio</i> .....	26

### CAPÍTULO 2: DISEÑO Y DESARROLLO

Figura 2. 1 <i>Topología de Red para Enlaces Principales</i> .....	30
Figura 2. 2 <i>Segunda topología de Red para Enlaces Principales</i> .....	31
Figura 2. 3 <i>Simulación Enlace Mesaloma-Centro de Salud de la parroquia Chontamarca</i> .....	32
Figura 2. 4 <i>Simulación Enlace Mesaloma-Unidad Educativa Chontamarca</i> .....	33

Figura 2. 5 Topología de enlaces principales propuestos para la parroquia de Chorocopte .....	34
Figura 2. 6 Simulación del enlace principal cerro Buerán – Torre I de la parroquia de Chorocopte .....	35
Figura 2. 7 Simulación del enlace principal cerro Buerán – Iglesia de Chorocopte	43
Figura 2. 8 Simulación del enlace principal cerro Buerán – Iglesia de Citacar .....	44
Figura 2. 9 Distrito Chontamarca “DT CH_01” .....	46
Figura 2. 10 Diseño de Red Propuesto .....	48
Figura 2. 11 Área de Cobertura con dos Antenas Omnidireccionales, en la Parroquia de Chorocopte .....	52
Figura 2. 12 Área de Cobertura con dos Antenas Omnidireccionales y una Sectorial, en la Parroquia de Chorocopte .....	53

### **CAPÍTULO 3: ESTUDIO DE MERCADO**

Figura 3. 1 Diagrama del Estudio de Mercado.....	54
Figura 3. 2 Límites Comunitarios de la Parroquia de Chontamarca .....	55
Figura 3. 3 Mapa Predial del Centro Parroquial de Chontamarca .....	56
Figura 3. 4 Ubicación Geográfica de las Comunidades de la Parroquia Chontamarca.....	56
Figura 3. 5 Pirámide Poblacional de la Parroquia de Chorocopte.....	57
Figura 3. 6 Límites Comunitarios de la Parroquia de Chorocopte .....	58
Figura 3. 7 Mapa Predial del Centro Parroquial de Chorocopte .....	59
Figura 3. 8 Ubicación Geográfica de las Comunidades de la Parroquia Chorocopte .....	60
Figura 3. 9 Disponibilidad de Internet de la Parroquia Chorocopte .....	61
Figura 3. 10 Densidad Poblacional por zonas de la Parroquia Chontamarca .....	62
Figura 3. 11 Personas Suscritas y no Suscritas a un Servicio de Internet.....	62
Figura 3. 12 Razones por las que No se Contrata Servicio de Internet en la Parroquia de Chontamarca .....	63
Figura 3. 13 Densidad Poblacional de la Parroquia de Chorocopte .....	64
Figura 3. 14 Suscripción de Internet en Parroquia de Chorocopte.....	65
Figura 3. 15 Valor Económico a Cancelar por un Servicio de Internet en la Parroquia Chorocopte .....	66

Figura 3. 16 <i>Incidencia de Personas que Tienen Servicio de Internet Defectuoso en la Parroquia Chorocopte</i> .....	67
Figura 3. 17 <i>Proveedores de Internet en la Parroquia Chorocopte</i> .....	68
Figura 3. 18 <i>Punto de Equilibrio para la Parroquia Chorocopte</i> .....	77
Figura 3. 19 <i>Punto de Equilibrio para la Parroquia Chontamarca</i> .....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

### ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE ESTUDIO

Tabla 1 Número de Habitantes por Parroquia del Cantón Cañar .....	XIV
Tabla 2 Índice de Migración por Parroquia del Cantón Cañar .....	XV

### CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA O ESTADO DEL ARTE

Tabla 1. 1 Coeficientes de Regresión para la Estimación de Atenuación Específica	14
Tabla 1. 2 Datos de Tasa de Lluvia “RR - Rain Rate” para Desvanecimientos por Lluvia de 0,01% .....	15
Tabla 1. 3 Características de Antena Directiva Rocket Dish .....	16
Tabla 1. 4 Características del Equipo AirFiber 5X .....	16
Tabla 1. 5 Características de la Antena Omnidireccional .....	17
Tabla 1. 6 Características del Equipo Rocket 5AC Lite .....	17
Tabla 1. 7 Características de la Antena Sectorial AM-5G19 120 .....	18
Tabla 1. 8 Características del Equipo Core i7 8700k.....	23

### CAPÍTULO 2: DISEÑO Y DESARROLLO

Tabla 2. 1 Equipos y Configuración para Enlace Principal .....	32
Tabla 2. 2 Resultados de la Simulación del Enlace Mesaloma-Centro de Salud.....	32
Tabla 2. 3 Resultados de la Simulación del Enlace Mesaloma-Centro de Salud.....	33
Tabla 2. 4 Georreferencia y Tipo de Antena para Cada Torre de la Parroquia de Chorocopte .....	34
Tabla 2. 5 Parámetros para la Simulación de Enlaces Principales de la Parroquia Chorocopte .....	35
Tabla 2. 6 Resultados de la Simulación de Enlace Cerro Buerán – Torre I.....	36
Tabla 2. 7 Datos Torre Tx en el cerro Buerán.....	36

Tabla 2. 8 Datos Torre RX en la parroquia Chorocopte .....	37
Tabla 2. 9 Resultados de la Simulación de Enlace Cerro Buerán – Iglesia de Chorocopte .....	43
Tabla 2. 10 Resultados de la Simulación de Enlace Cerro Buerán – Iglesia de Citacar .....	44
Tabla 2. 11 Valores de Atenuación por Evento en Enlaces de Fibra Óptica .....	50
Tabla 2. 12 Presupuesto Óptico .....	50

### **CAPÍTULO 3: ESTUDIO DE MERCADO**

Tabla 3. 1 Población Económicamente Activa por Edad y Sexo.....	60
Tabla 3. 2 Demanda Potencial .....	68
Tabla 3. 3 Demanda Dispuestas a Cambiarse de Proveedor de Servicio.....	69
Tabla 3. 4 Demanda Potencial Total .....	69
Tabla 3. 5 Proyección de la Demanda de la Parroquia de Chontamarca con Porcentaje de Crecimiento Poblacional del 5% .....	69
Tabla 3. 6 Proyección de la Demanda de la Parroquia de Chontamarca con Porcentaje de Crecimiento Poblacional del 2.5% .....	70
Tabla 3. 7 Proyección de la Demanda de la Parroquia de Chorocopte con Porcentaje de Crecimiento Poblacional del 5% .....	70
Tabla 3. 8 Proyección de la Demanda de la Parroquia de Chorocopte con Porcentaje de Crecimiento Poblacional del 2.5% .....	71
Tabla 3. 9 Plan de Producción .....	72
Tabla 3. 10 Costos Directos de Producción para la Red Inalámbrica de la Parroquia Chorocopte .....	72
Tabla 3. 11 Mano de Obra Directa de la Red Inalámbrica para la Parroquia de Chorocopte .....	73
Tabla 3. 12 Materiales de la Red Inalámbrica para la Parroquia de Chorocopte.....	73
Tabla 3. 13 Plan de Producción .....	74
Tabla 3. 14 Costos Directos de Producción para la Red FTTx de la Parroquia Chontamarca .....	74
Tabla 3. 15 Mano de Obra Directa de la Red FTTx para la Parroquia de Chontamarca .....	74
Tabla 3. 16 Materiales de la Red FTTx para la Parroquia de Chontamarca .....	75

Tabla 3. 17 Plan de Producción Consolidado .....	75
Tabla 3. 18 Costos Directos de Producción para la Red Consolidada .....	75
Tabla 3. 19 Mano de Obra Directa de la Red Consolidada.....	76
Tabla 3. 20 Costos Fijos y Variables Red Inalámbrica para la Parroquia de Chorocopte .....	76
Tabla 3. 21 Datos para calcular el Punto de Equilibrio de la Parroquia de Chorocopte .....	77
Tabla 3. 22 Costos Fijos y Variables de la Red de FO para la Parroquia de Chontamarca .....	78
Tabla 3. 23 Datos para calcular el Punto de Equilibrio de la Parroquia de Chontamarca .....	78

#### **CAPÍTULO 4: ANÁLISIS Y RESULTADOS**

Tabla 4. 1 Inversión Total del Proyecto .....	81
Tabla 4. 2 Ingresos por Prestación del Servicio de Internet con el 2.5% de Crecimiento Poblacional en la Parroquia de Chorocopte .....	82
Tabla 4. 3 Ingresos por Prestación del Servicio de Internet con el 5% de Crecimiento Poblacional en la Parroquia de Chorocopte .....	82
Tabla 4. 4 Pérdidas y Ganancias por Prestación del Servicio de Internet con el 2.5% de Crecimiento Poblacional en la Parroquia de Chorocopte.....	83
Tabla 4. 5 Pérdidas y Ganancias por Prestación del Servicio de Internet con el 5% de Crecimiento Poblacional en la Parroquia de Chorocopte .....	84
Tabla 4. 6 Flujo de Caja por Prestación del Servicio de Internet con el 2.5% de Crecimiento Poblacional en la Parroquia de Chorocopte .....	85
Tabla 4. 7 Flujo de Caja por Prestación del Servicio de Internet con el 5% de Crecimiento Poblacional en la Parroquia de Chorocopte .....	86
Tabla 4. 8 Ingresos por Prestación del Servicio de Internet para el Centro Parroquial de Chontamarca.....	87
Tabla 4. 9 Pérdidas y Ganancias por Prestación del Servicio de Internet para el Centro Parroquial de Chontamarca .....	87
Tabla 4. 10 Flujo de Caja por Prestación del Servicio de Internet para el Centro Parroquial de Chontamarca .....	88



## RESUMEN

El Estudio de Factibilidad y Diseño una Red de Acceso al Servicio de Internet en las parroquias de Chontamarca y Chorocopte del cantón Cañar, parte de la necesidad que presenta la población de los mencionados sectores al servicio debido a la inexistencia de esta Red de Acceso.

Este problema se debe a que grandes empresas proveedoras del servicio no consideran estas parroquias como un punto económico de interés ya que poseen una población baja y dispersa en el sector, adicionalmente se ubican distantes de los nodos de acceso al servicio.

No obstante, estas parroquias poseen altos niveles de crecimiento poblacional, por lo que conlleva al aumento de la demanda del servicio día a día.

Siendo este el factor de interés se realiza el estudio, que desarrolla en su totalidad el diseño desde la red primaria hasta la red de última milla, haciendo uso de enlaces de radio para posteriormente emplear tecnologías FTTH.

Finalmente se realizó un análisis de costo beneficio, permitiendo conocer la rentabilidad de construcción del proyecto. El análisis económico se realiza en diferentes escenarios por parroquia. Además de una consolidación del proyecto, que expone el monto económico de inversión total del mismo.

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis tiene como objetivo el Estudio de Factibilidad y Diseño de una Red de Acceso al Servicio de Internet en las parroquias de Chontamarca y Chorocopte del cantón Cañar en Ecuador.

Este estudio es debido a la inexistencia de red en el sector por no ser un punto de interés para grandes empresas oferentes del servicio, debido a principales motivos como la baja densidad poblacional y su lejana ubicación de estas parroquias respecto a los nodos de acceso.

No obstante, tomando en cuenta los datos de proyección poblacional otorgados por el INEC, estos sectores presentan una tasa media aproximada de crecimiento poblacional de un 3,75% anual, por lo cual, con el transcurso del tiempo resulta ser ideal como punto de inicio para la oferta del servicio [1]. Estos indicadores crearon el punto de interés principal para el desarrollo de este tema.

En cuanto al desarrollo del estudio, la metodología a emplear para la obtención de información y datos consiste en el uso de métodos de investigación en el campo por medio de encuestas, entrevistas y análisis de estudios poblacionales previos realizados en el sector, para así estimar la posible demanda del Servicio de Internet, adicionalmente emplear datos de información geográfica del lugar, los cuales brindan las características y criterios de diseño para la propuesta de red.

Obtenida la información previamente mencionada, se procede al diseño de la red primaria que, por motivo de una considerable distancia en la ubicación geográfica entre las parroquias hacia el nodo de acceso al proveedor del servicio de internet, es necesario el uso de radio enlaces para la comunicación a los mencionados sectores de Chontamarca y Chorocopte.

Posteriormente se diseña la red de última milla, la cual existe dos posibles opciones, una de ellas es mediante el uso de tecnología FTTH (Fiber To The Home) y de acceso GPON (Gigabit Passive Optical Network) en el diseño para ofrecer mejor calidad de servicio y experiencia al usuario final, y la segunda opción es mediante una red de distribución de radio enlace, que es ideal para anchos de banda menores a

los 5 mbps y además presenta una mejor economía en cuanto a costos de construcción.

Para concluir, se realiza un análisis de costo beneficio para determinar la factibilidad en una posible inversión del proyecto, haciendo uso de los diseños propuestos.

## ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE ESTUDIO

Referente a la distribución de habitantes del cantón Cañar, podemos ver en la Tabla 1, que la mayoría de personas se concentran en Cañar con 18335, seguida de parroquias aledañas como Ingapirca y Honorato Vásquez con 8340 y 6226 respectivamente. El resto de pobladores que representa al 80% se encuentran distribuidos en zonas rurales alejadas, como es el caso de Chontamarca y Chorocopte, entre las dos suman 7228 habitantes, superando en número a Honorato Vásquez[2].

**Tabla 1 Número de Habitantes por Parroquia del Cantón Cañar**

<b>Parroquia</b>	<b>Número de Habitantes</b>
Ingapirca	8340
General Morales	3400
Cañar	18335
Zhud	2368
Gualleturo	3842
Honorato Vasquez	6226
Chontamarca	4140
Juncal	2169
Chorocopte	3088
Ducur	4153
Ventura	1288

De la Tabla 1, de igual manera, el total de habitantes es 59185, cuyo 40% representa a la comunidad indígena. La distancia a la que se encuentran ubicadas las viviendas es considerable, respecto a la parroquia central. Por este motivo y relativamente bajo porcentaje de usuarios, las empresas de telecomunicaciones no ofrecen su servicio, o no dan importancia a los requerimientos de comunicación. No obstante, el Plan Nacional para el Buen Vivir, establece que se requiere un desarrollo tecnológico que satisfaga las necesidades y fomente el desarrollo de la población [2], [3].

**Tabla 2 Índice de Migración por Parroquia del Cantón Cañar**

<b>Parroquia</b>	<b>Índice de Migración</b>
Ingapirca	9,65%
General Morales	7,07%
Cañar	5,57%
Zhud	4,49%
Gualleturo	3,94%
Honorato Vasquez	3,33%
Chontamarca	3,20%
Juncal	3,20%
Chorocopte	1,90%
Ducur	1,84%
Ventura	0,48%

Analizando la Tabla 2, nos referimos a dos parroquias Chontamarca con 3,20% de migración y Chorocopte con el 1.90%. Estos datos implícitamente demuestran que, de un total de 7228 habitantes, 369 personas necesitan comunicarse con sus familiares en el extranjero. Además, según el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) establece que existen 1835 hogares entre estos dos sitios. Sin una empresa de telecomunicaciones en la zona no estarían contando con un servicio necesario para su progreso [3], [4].

## **JUSTIFICACIÓN (IMPORTANCIA Y ALCANCES)**

El constante avance tecnológico que se ha suscitado en el país los últimos años, conjuntamente con las telecomunicaciones, podemos decir que el Internet ya no es simplemente un recurso adicional del hogar, sino es una necesidad que tienen las personas no únicamente como medio de acceso a información y entretenimiento, sino que también, como un medio de comunicación global, de manera especial las personas de Chorocote y Chontamarca que tienen altos índices de migración.

El Internet como medio de comunicación permitiría mantener en contacto a los habitantes de estas parroquias con sus familiares residentes en países extranjeros. Sin embargo, el déficit de empresas de telecomunicaciones en esta zona, es causal de un mayor distanciamiento familiar.

Además, los pueblos que no tienen contacto con el mundo, a través del Internet, están perdiendo facilidades para adquirir nuevos conocimientos. Esto genera un retraso en el desarrollo y progreso que por derecho tienen todos los pueblos del Ecuador.

Por las razones planteadas, se pretende realizar un diseño de una red híbrida, (óptica e inalámbrica) de Telecomunicaciones, que permita brindar servicio de Internet a las parroquias de Chorocote y Chontamarca. Adicionalmente la realización de un estudio de mercado que determine la factibilidad para la creación futura de un Proveedor de Servicios de Internet (ISP) en el sector.

# **OBJETIVOS**

## **OBJETIVO GENERAL**

- Determinar la factibilidad de la formación de una red de comunicaciones para brindar servicio de internet a las parroquias de Chorocopte y Chontamarca del cantón Cañar.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICO**

- Realizar el estudio técnico de las parroquias, para diseñar la red de acceso necesaria para brindar servicio de Internet.
- Diseñar la topología de red, con los equipos requeridos que necesitaría una empresa que brinda servicio de Telecomunicaciones.
- Analizar el costo y beneficio, para la formación de una empresa de Telecomunicaciones.

# **CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA O ESTADO DEL ARTE**

Partiendo del concepto de comunicación, en el cuál un mensaje es transmitido por un medio físico desde una fuente hacia el destinatario, se puede relacionar de manera adecuada el principio de una red de telecomunicaciones.

En las telecomunicaciones, la fuente envía señales eléctricas, de radio o señales de luz a través de un medio, conocido como “Medio de transmisión”. Este nombre hace referencia al canal intermediario de red, siendo el puente de unión entre la fuente y el destino.

Los medios utilizados en el área están desde los guiados como el par de cobre, cable coaxial, fibra óptica y guías de onda, no obstante, también se hace uso de enlaces de radio frecuencia.

A continuación, se describirá los medios de transmisión que se pretende hacer uso en el desarrollo del estudio.

## **1.1 MEDIOS DE TRANSMISIÓN**

### **1.1.1 MEDIOS NO GUIADOS – RADIO FRECUENCIA**

Los medios de transmisión no guiados son aquellos que su característica principal es el no utilizar cables, es decir usan un medio no físico, y esta se transmite por mediante ondas electromagnéticas [5].

En un medio no guiado se refiere a la ausencia de un medio físico, ya que, en realidad, un frente de ondas electromagnéticas si pueden ser dirigidas o guiadas en una dirección requerida, clasificándolas como transmisiones de radio direccionales y omnidireccionales [6].

En la direccional, la antena transmisora emite la energía electromagnética concentrándola en un haz, por lo que las antenas emisora y receptora deben estar alineadas [7].

En la omnidireccional, la radiación se hace de manera dispersa, emitiendo en todas direcciones, pudiendo la señal ser recibida por varias antenas. Generalmente, cuanto mayor es la frecuencia de la señal transmitida es más factible confinar la energía en un haz direccional [7].

En cuanto a la clasificación por frecuencia de trabajo, se hacen uso de enlaces de radio conocidas como microondas. El término se refiere a la transmisión de datos o energía que hacen uso de ondas electromagnéticas cuyas frecuencias van desde los 500 MHz hasta los 300 GHz o aún más. Por consiguiente, las señales de microondas, a causa de sus altas frecuencias, tienen longitudes de onda relativamente pequeñas [8].

### **1.2.1 MEDIOS GUIADOS – FIBRA ÓPTICA**

La fibra óptica es muy medio de transmisión guiado, el cual emplea una delgada hebra de vidrio o silicio fundido que conduce la luz. Se requieren dos filamentos para una comunicación bi-direccional: TX y RX [9], [10].

El grosor del filamento es comparable al grosor de un cabello humano, es decir, aproximadamente de 0,1 mm. En cada filamento de fibra óptica podemos apreciar 3 componentes [11]:

- La fuente de luz: LED o laser.
- El medio transmisor: fibra óptica.
- El detector de luz: fotodiodo.

Este medio utiliza luz confinada para transmitir grandes cantidades de información en el orden de Gigabits ( $1 \times 10^9$  bits) por segundo. Para permitir este gran manejo de datos, se utiliza procesos de multiplexación que en este caso es WDM [9], [10].

WDM el proceso de dividir el espectro de la fibra óptica en un número de longitudes de onda sin traslaparse una con la otra. Cada longitud de onda es capaz de soportar un canal de comunicaciones de alta velocidad.

Según la cantidad de uso de espectros de luz (longitudes de onda), la fibra óptica se clasifica en dos grupos, fibra monomodo y multimodo:

La fibra óptica monomodo presenta como su principal ventaja un ancho de banda prácticamente ilimitado, adicionalmente hace uso de únicamente un modo por lo que se evita la dispersión modal que es presentada en fibras multimodo. Esta ventaja se debe al pequeño tamaño de su núcleo menor de  $9\mu\text{m}$ , no obstante, dificulta el acoplamiento de la luz, pero permite alcanzar mayores distancias y tasas de transmisión más elevadas que la fibra óptica multimodo [12].

A diferencia de las anteriores, en la fibra óptica multimodo se pueden propagar varios espectros de forma simultánea. El diámetro del núcleo de este tipo de fibras suele ser  $50\mu\text{m}$  o  $62.5\mu\text{m}$ , por lo que el acoplamiento de la luz es más sencillo que las anteriores [11].

## **1.2 TIPOS DE ENLACES**

Las transmisiones de datos como voz y video, son realizadas mediante medios guiados como enlaces de fibra óptica o de cobre y también mediante medios no guiados como los enlaces de radio frecuencia [13].

Los enlaces de radio poseen como principal ventaja la cobertura de grandes distancias entre la fuente o nodo hacia uno o varios receptores destino. También permiten la distribución ordenada para llegar a los usuarios finales. Los tipos de enlace son punto a punto (PtP) y punto multipunto (PMTP) [13].

### **1.1.2 PUNTO A PUNTO**

Un Radio enlace punto a punto consiste en comunicar dos redes distantes (500m - 80km) mediante procesos inalámbricos haciendo uso de un par de antenas.

Comúnmente este tipo de enlaces son utilizados para la transmisión de datos de telefonía (voz y video), comunicación entre sucursales de empresas para la

transferencia de información, voIP, intranet o hacia áreas donde la cobertura de red de acceso a internet no está disponible [14].

De esta manera ambos puntos comparten recursos que poseen con la red a la que se comunica.

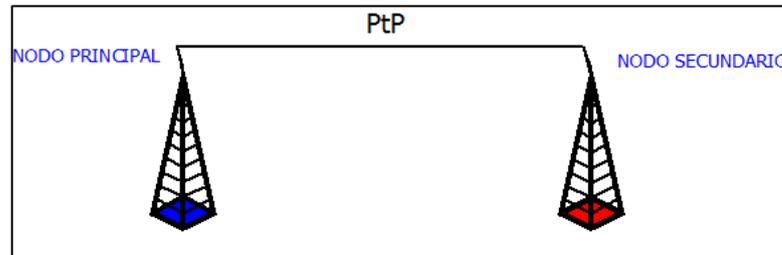


Figura 1. 1 *Enlace Punto a Punto*  
**Fuente:** Autor

### 1.2.2 PUNTO MULTIPUNTO

Las conexiones punto multipunto son referidas a los enlaces dirigidos desde un solo nodo a dos o más puntos, llamados en nuestro caso usuarios o host finales (Véase en la Figura 1.2). Los PMTP garantizan alta disponibilidad para ser utilizados en redes inalámbricas. Pueden estar operando en las frecuencias libres de 2GHz o 5GHz a una gran distancia [13].

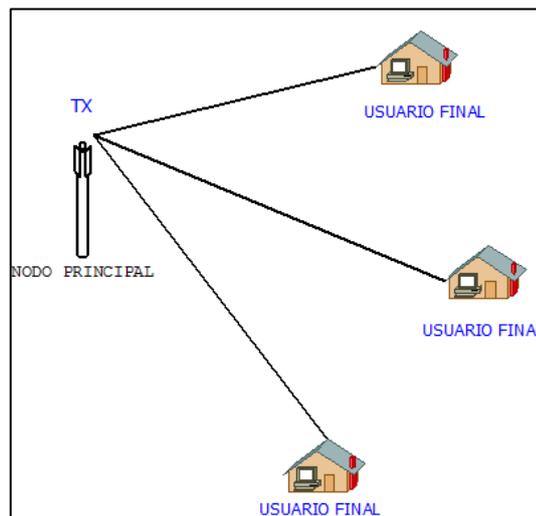


Figura 1. 2 *Enlace Punto Multipunto*  
**Fuente:** Autor

## **1.3 CARACTERÍSTICAS DE UN RADIO ENLACE**

### **1.1.3 POTENCIA**

En un enlace de radiofrecuencia, es importante el manejo de niveles de potencia óptimos entre cada parte del sistema. Si los niveles de potencia son relativamente bajos la señal tiende a presentar ruido, pero en el caso de que llegase a presentar un nivel excesivo de potencia la señal sufrirá distorsiones o en el peor de los casos destrucción o un deficiente tiempo de vida en los equipos que conforman la red [7].

La medición de potencia es en función de la frecuencia en la que trabaja la red, por ejemplo, para valores de frecuencia por debajo de los 100 kHz ésta se estima en relación a la tensión medida. En el caso de frecuencias que trabajan en el rango de los GHz los valores de potencia se vuelven de mayor importancia debido a que la tensión y corriente no son precisamente valores importantes ya que toma función en el medio de transmisión, es decir en las pérdidas que éste presenta con respecto a la distancia que cubre el enlace, llegando a permanecer el nivel de potencia constante [7], [15].

### **1.2.3 LÍNEA DE VISTA**

En los enlaces radio la línea de vista se refiere cuando existe visibilidad total entre el equipo transmisor y receptor. Cuando se menciona una visibilidad total significa que no exista ningún tipo de obstáculo, ya sea, árboles, edificios, torres de telecomunicaciones o eléctricas, etc. Que perjudiquen la transmisión de las ondas de radio frecuencia. En la Figura 1.3. presentada a continuación, se muestra la línea de vista entre el transmisor ubicado en BUERAN y receptor que se encuentra en la parroquia de Chontamarca, con la ayuda de Google Earth.

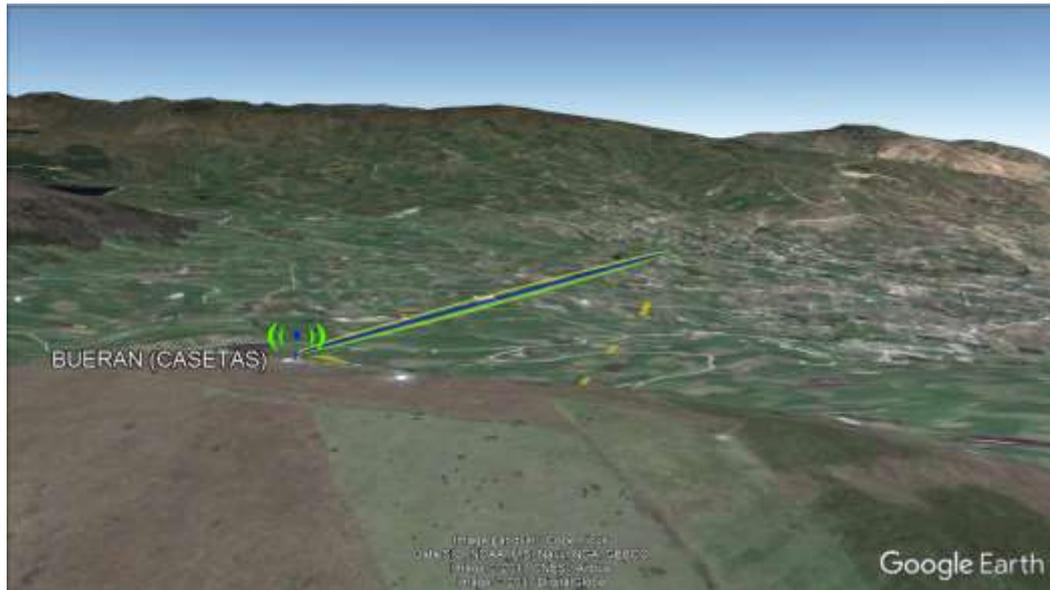


Figura 1. 3 Línea de Vista, cerro Buerán a Parroquia de Chorocopte  
**Fuente:** Autor

### 1.3.3 ZONA DE FRESNEL

En un enlace punto a punto como representa la Figura 1.4, el vector “TR” es la línea de vista entre en transmisor y receptor. Al existir un punto “P” de difracción entre antenas (Árboles, edificios, etc.), la señal “TPR” se combinará con la señal “TR” por lo que tendrá un ligero cambio de fase debido a que la señal recorre una mayor distancia [8].

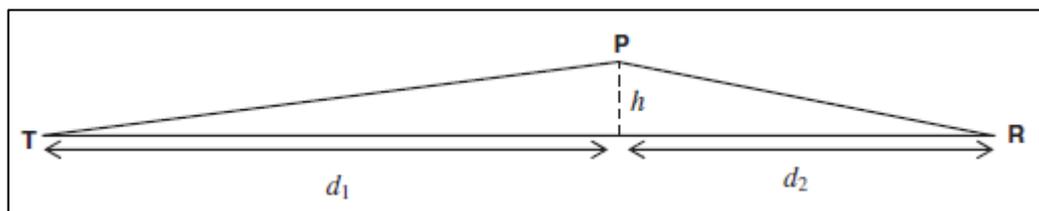


Figura 1. 4 Geometría Zona de Fresnel  
**Fuente:** Introduction to RF Propagation

Por lo que las longitudes del camino directo y reflejado se expresan de la siguiente manera:

$$TR = d_1 + d_2 \text{ (Ecuación 1.1)}$$

$$TPR = \sqrt{d_1^2 + h^2} + \sqrt{d_2^2 + h^2} \text{ (Ecuación 1.2)}$$

Entonces la diferencia de longitud de trayectoria es:

$$\Delta = \sqrt{d_1^2 + h^2} + \sqrt{d_2^2 + h^2} - d_1 - d_2 \quad (\text{Ecuación 1.3})$$

Por lo que si la distancia  $h \ll d_1$  y  $h \ll d_2$ :

$$\sqrt{d_1^2 + h^2} = d_1 \left( 1 + \frac{h^2}{2d_1^2} \right) \quad (\text{Ecuación 1.4})$$

Sustituyendo la Ecuación 1.4 en Ecuación 1.3:

$$\Delta = d_1 + \frac{h^2}{2d_1} + d_2 + \frac{h^2}{2d_2} - d_1 - d_2 \quad (\text{Ecuación 1.5})$$

$$\Delta = \frac{h^2}{2} \left( \frac{d_1 + d_2}{d_1 d_2} \right) \quad (\text{Ecuación 1.6})$$

La diferencia de fase es:

$$\phi = \frac{2\pi\Delta}{\lambda} = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{h^2}{2} \left( \frac{d_1 + d_2}{d_1 d_2} \right) \quad (\text{Ecuación 1.7})$$

La notación del parámetro de difracción Fresnel-Kirchhoff es a menudo utilizada para acortar la ecuación de la Zona de Fresnel, siendo la siguiente:

$$v = h \sqrt{\frac{2(d_1 + d_2)}{\lambda d_1 d_2}} \quad (\text{Ecuación 1.8})$$

Entonces una reflexión o difracción destructiva de la señal está definida mediante el término  $h_n$ :

$$h_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}} \quad (\text{Ecuación 1.9})$$

Donde  $n$  representa el número de Zona Fresnel analizada entre dos puntos como se puede ver en la Figura 1.5.

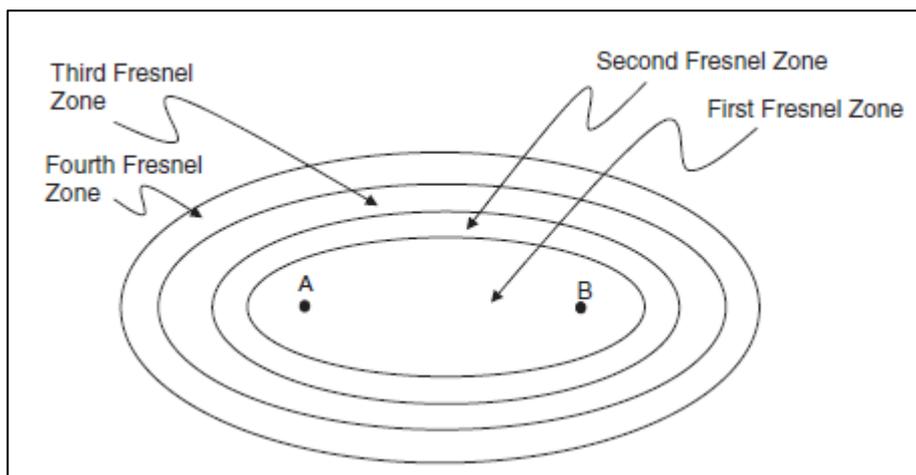


Figura 1. 5 Zonas de Fresnel entre un Receptor y Transmisor  
Fuente: *Introduction to RF Propagation*

Por consiguiente en el análisis, si en la primera Zona Fresnel el obstáculo está por debajo del 60% de la altura calculada  $h$  del radio de la elipse formada, el enlace es viable.

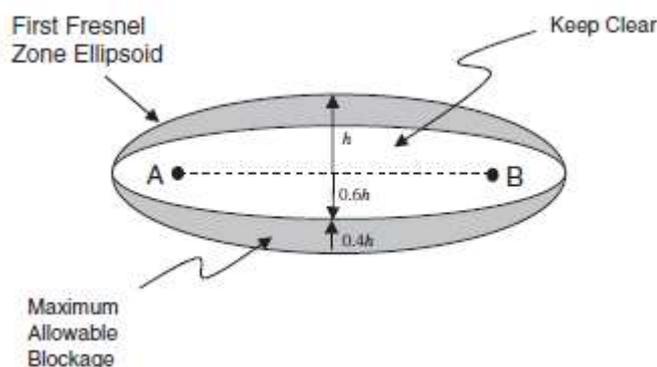


Figura 1. 6 Geometría de Región Zona de Fresnel  
Fuente: *Introduction to RF Propagation*

### 1.4.3 PIRE

Es más conocida por sus siglas en inglés EIRP (Effective Isotropic Radiated Power), y es la potencia emitida por un radiador isotrópico, es decir a todas las direcciones. Se obtiene multiplicando la potencia de la antena por la ganancia de la antena transmisora. En términos de decibels es la suma de la potencia y la ganancia, además se le puede añadir pérdidas randómicas y/o de cables, guía de ondas, etc. Teniendo la siguiente ecuación [8].

$$EIRP = P_{TX(dB)} + G_{TX(dB)} - L_{WG(dB)} - L_{R(dB)} \quad (\text{Ecuación 1.10})$$

### 1.5.3 PARÁMETROS PARA LA DETERMINACIÓN DE UN ENLACE

Los parámetros relevantes llegan a ser la intensidad de la señal recibida y el ruido que esta posee debido a atenuaciones por multitrayectoria o interferencia entre canales.

Entonces para la planificación de un enlace se prevé un presupuesto que va desde el transmisor y su “Potencia Isotrópica Efectiva Radiada” EIRP y todas las pérdidas que se presenten antes del receptor.

También es importante tomar en consideración el margen de enlace presente en el diseño del sistema, ya que representa cuanto margen existe en el enlace entre el punto de funcionamiento con el punto donde el enlace deja de funcionar. Esto se puede calcular con la siguiente expresión:

$$\text{Link Margin} = \text{EIRP} - L_{\text{Path}} + G_{\text{RX}} - TH_{\text{RX}} \quad (\text{Ecuación 1.11})$$

Donde:

*EIRP*: Es la potencia Isotrópica Efectiva Radiada en dBW o dBm.

*L<sub>Path</sub>*: Es la pérdida total en trayectoria, incluyendo valores de pérdidas diversas, por reflexión y margen de desvanecimiento en dB.

*G<sub>RX</sub>*: Es la ganancia recibida in dB.

*TH<sub>RX</sub>*: Es el nivel mínimo de señal recibida que brinda una operación confiable in dBW o dBm.

Se considera tres rangos en el margen de enlace para que exista o no comunicación adecuada entre una antena trasmisora y receptora. Los valores son:

- 1 a 10 dB. No se garantiza un enlace.
- 10 a 20 dB. Existe un buen enlace.
- Superior a 20 dB. El enlace es excelente.

#### 1.1.3.5 Pérdidas de Trayectoria “*L<sub>Path</sub>*”

Las pérdidas de trayectoria presentan valores de atenuación en el espacio libre en un radio enlace, pérdidas atmosféricas, por multitrayectoria y otros efectos adicionales debidos al comportamiento entre frecuencia y el medio ambiente.

Si el trayecto se rige por valores de pérdidas en el espacio libre, se puede estimar haciendo uso de la ecuación de Friis que es la siguiente:

$$L_{dB} = -G_{TdB} - G_{RdB} - 20 \log(\lambda) + 20 \log(d) + 22 \quad (\text{Ecuación 1.12})$$

### 1.1.3.2 Ruido

Uno de los factores importantes que presenta un receptor en cuanto a su rendimiento es el umbral o sensibilidad que éste posee. Este umbral representa la potencia mínima necesaria para un funcionamiento confiable del sistema.

El umbral no es conocido pues se puede obtener una relación señal a ruido o densidad espectral de potencia de bit ( $E_b / N_0$ ) para conocer la probabilidad de detección.

Un ruido característico presente es el movimiento Browniano, el cual está modelado como una distribución gaussiana y densidad espectral de potencia plana ( $N_0/2$ ) para todas las frecuencias, también conocido como ruido blanco el cual es modelado como Ruido Gaussiano Blanco Aditivo (AWGN) [8]:

$$N = kT_0B \quad (\text{Ecuación 1.13})$$

Dónde:

$$k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ [J/K]} \quad (\text{Constante de Boltzman})$$

$$T_0 = 290 \text{ [K]} \quad (\text{Temperatura estándar de ruido})$$

$$B = \text{Ruido equivalente del Ancho de Banda [Hz]}$$

El resultado presenta la cantidad de potencia de ruido en el receptor con una carga combinada, como una antena.

La densidad de potencia es constante debido a AWGN, por lo que se expresa con la siguiente ecuación:

$$G_N(f) = N_0/2 = kT_0 \quad (\text{Ecuación 1.14})$$

En cuanto al ancho de banda equivalente de ruido esta expresado por la siguiente ecuación, el cual es la misma que de un filtro pasa banda ideal:

$$B_N = \frac{1}{T_S} \quad (\text{Ecuación 3.15})$$

No obstante, en el caso práctico los componentes que conforman la antena receptora son fuentes de ruido debido a la presencia de elementos resistivos. Por lo que se los considera en la siguiente expresión [8]:

$$N = kT_0BF \quad (\text{Ecuación 1.16})$$

Donde  $F = (1 + T_e/T_0)$  se llama el factor de ruido y  $T_e$  la temperatura de ruido equivalente en el receptor. El término  $F$  es comúnmente referido como figura de ruido, pero en realidad la figura de ruido es el factor de ruido expresado en dB [8].

La figura de ruido también se la puede expresar como la relación entre la señal de ruido en ingreso con la señal de ruido a la salida del sistema:

$$F = \frac{SNR_{in}}{SNR_{out}} = \frac{\frac{S}{kT_0B}}{\frac{S}{k(T_0 + T_e)B}} = 1 + T_e/T_0 \quad (\text{Ecuación 1.17})$$

### 1.1.3.3 Multitrayectoria Atmosférica

Los desvanecimientos producidos por multitrayectoria atmosférica son considerados especialmente en enlaces punto a punto, y es mayormente producido en ambientes de mayor humedad, especialmente durante las noches [8].

Para estimar con mayor precisión la probabilidad existente de desvanecimiento por multitrayectoria, se estima el factor geo climático mediante:

$$K = 10^{-4.2-0.0029dN_1} \quad (\text{Ecuación 1.18})$$

Donde  $dN_1$  representa el gradiente de refractividad para estimar el factor geoclimático, brindado por la ITU (Figura 1.7).

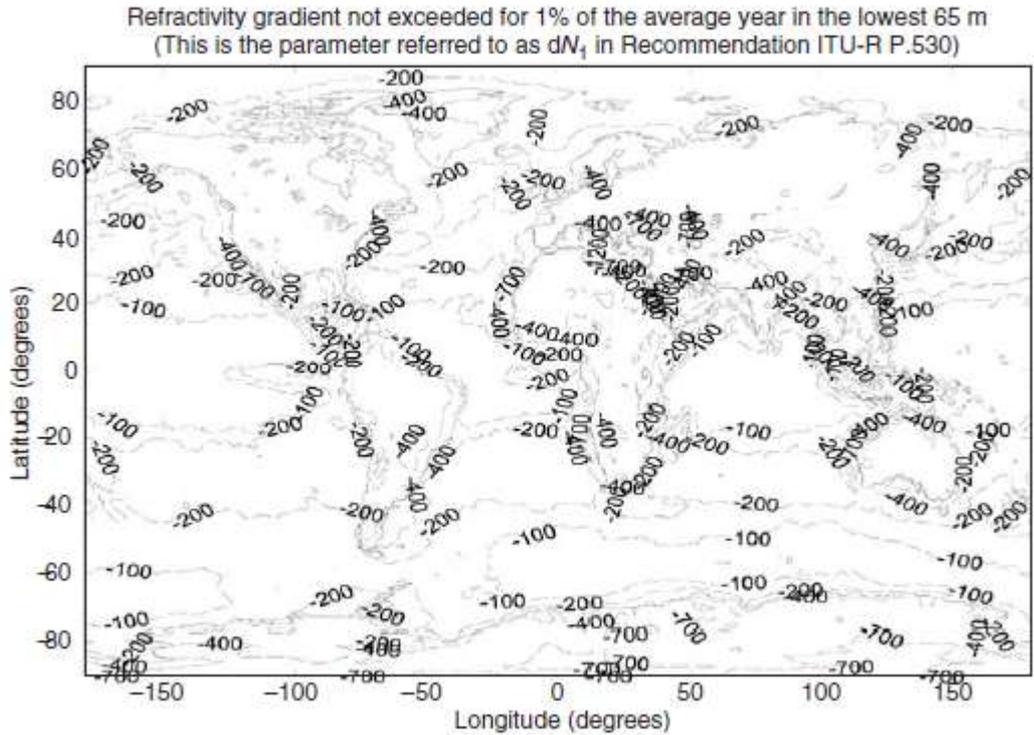


Figura 1. 7 Datos de Gradientes de Refractividad para la Estimación del Factor Geo climático  
**Fuente:** Cortesía de la ITU

Posteriormente se calcula la inclinación de la trayectoria con la expresión:

$$|\varepsilon_p| = \frac{|h_T - h_e|}{d} \text{ mrad (Ecuación 1.19)}$$

Donde  $h_T$  y  $h_e$  son las alturas de las antenas sobre el nivel mar, y  $d$  es la distancia entre antenas (km).

Por último, la expresión de probabilidad de exceso de profundidad de desvanecimiento (dB) toma la forma de:

$$p = Kd^{3.2} (1 + |\varepsilon_p|)^{-0.97} 10^{(0.32f - 0.00085h_L - A/10)} \% \text{ (Ecuación 1.20)}$$

Este modelo se utiliza hasta valores de frecuencia por debajo de los 45 [GHz].

### 1.1.3.4 Atenuación por niebla y nubes

La atenuación específica por niebla y nubes mediante la expresión (Ecuación 1.21) es válida para modelos cuya frecuencia de trabajo está por debajo los 200 [GHz]. Haciendo uso de la expresión [8]:

$$\eta = \frac{2 + \varepsilon'}{\varepsilon''} \quad (\text{Ecuación 1.21})$$

$$\varepsilon''(f) = \frac{f(\varepsilon_0 - \varepsilon_1)}{f_p \left[ 1 + \left( \frac{f}{f_p} \right)^2 \right]} + \frac{f(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)}{f_s \left[ 1 + \left( \frac{f}{f_s} \right)^2 \right]} \quad (\text{Ecuación 1.22})$$

$$\varepsilon'(f) = \frac{f(\varepsilon_0 - \varepsilon_1)}{\left[ 1 + \left( \frac{f}{f_p} \right)^2 \right]} + \frac{f(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)}{\left[ 1 + \left( \frac{f}{f_s} \right)^2 \right]} + \varepsilon_2 \quad (\text{Ecuación 1.23})$$

$$\varepsilon_0 = 77.6 + 103.3(\theta - 1) \quad (\text{Ecuación 1.24})$$

$$\varepsilon_1 = 5.48 \quad (\text{Ecuación 1.25})$$

$$\varepsilon_2 = 3.51 \quad (\text{Ecuación 1.26})$$

$$\theta = \frac{300}{T} \quad (\text{Ecuación 1.27})$$

Temperatura T en grados Kelvin.

Las variables de frecuencia principal y secundaria se obtienen mediante:

$$f_p = 20.09 - 142(\theta - 1) + 294(\theta - 1)^2 \text{ Ghz} \quad (\text{Ecuación 1.28})$$

$$f_s = 590 - 1500(\theta - 1) \text{ Ghz} \quad (\text{Ecuación 1.29})$$

Por lo que la atenuación por niebla y nubes está representada por:

$$A = \frac{LK_l}{\sin(\theta)} \text{ dB de } 90^\circ > \theta > 5^\circ \quad (\text{Ecuación 1.30})$$

Donde:

L: Es la columna de agua total, en el peor de los casos 1,6 [kg/m<sup>2</sup>].

K<sub>l</sub>: Coeficiente de atenuación específica en [dB/km].

θ : Ángulo de elevación de la trayectoria.

### 1.1.3.5 Atenuación por lluvia

Para el cálculo de atenuación debido a lluvia, se hace uso de coeficientes de regresión y la tasa de lluvia en la zona respectiva a analizar.

Para determinar los apropiados coeficientes de regresión lineal, se hace uso de la frecuencia de operación del enlace.

$$k = \frac{[k_H + k_V + (k_H - k_V)\cos^2(\theta)\cos(2\tau)]}{2} \quad (\text{Ecuación 1.31})$$

$$\alpha = \frac{[k_H\alpha_H + k_V\alpha_V + (k_H\alpha_H - k_V\alpha_H)\cos^2(\theta)\cos(2\tau)]}{2k} \quad (\text{Ecuación 1.32})$$

De donde:

$\theta$ : Es el ángulo de elevación de la trayectoria.

$\tau$ : Es el ángulo de inclinación de la polarización (0° Horizontal “Caso crítico”, 45° Circular, 90° Vertical).

**Tabla 1. 1 Coeficientes de Regresión para la Estimación de Atenuación Específica**  
Fuente: *Introduction to RF Propagation*

Frecuencia [GHz]	$K_H$	$K_V$	$\alpha_H$	$\alpha_V$
2	0,00065	0,000591	1,121	1,075
6	0,00175	0,00155	1,308	1,265
8	0,00454	0,00395	1,327	1,31
10	0,0101	0,00887	1,276	1,264
12	0,0188	0,0168	1,217	1,2
20	0,0751	0,0691	1,099	1,065
30	0,187	0,167	1,021	1
40	0,35	0,31	0,939	0,929

Obtenidos los coeficientes  $k$  y  $\alpha$ , mediante el modelo de atenuación en un enlace horizontal o casi horizontal con una profundidad de fundido del 99,99% es:

$$Attenuation_{0,01} = k \cdot RR^\alpha \cdot d \cdot r \text{ dB} \quad (\text{Ecuación 1.33})$$

De donde:

$RR$ : Es el 99,99% de la tasa de lluvia para la región en [mm/h].

$k \cdot RR^\alpha$ : Es la atenuación específica en [dB/km].

$d$ : Es la distancia del enlace en [km].

$r$ : Es el Factor distancia.

$$r = 1/(1 + d/d_0) \quad (\text{Ecuación 1.34})$$

$$d_0 = 35e^{-0.015 \cdot RR} \quad [km] \quad (\text{Ecuación 1.35})$$

El parámetro  $d_0$  representa la distancia efectiva de la trayectoria.

**Tabla 1. 2 Datos de Tasa de Lluvia “RR - Rain Rate” para Desvanecimientos por Lluvia de 0,01%**

**Fuente:** *Introduction to RF Propagation*

A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P
8	12	15	19	22	28	30	32	35	42	60	63	95	145

Estos parámetros “Rain Rate” varían respecto a la ubicación de la zona en la que se ubica el radio enlace. En el caso de estar en Ecuador, se hace uso del literal C=15 [mm/h].

## 1.4 EQUIPOS

### 1.1.4 ANTENAS

Para formar redes donde se requiera enlaces inalámbricos, es necesario el uso de antenas como componentes de transmisión y recepción de señales. Estas a su vez presentan diferentes tipos de prestaciones según su configuración o arreglos creados:

- Antenas directivas
- Antenas Omnidireccionales.
- Antenas Sectoriales.

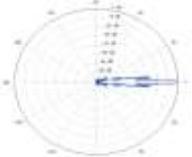
#### 1.1.4.1 Antenas Directivas.

Utilizadas en enlaces punto a punto, a una distancia considerable y donde el acceso por medio de un medio alámbrico es dificultoso. Los enlaces punto a punto que se realizar en este estudio será por medio de antenas de marca Ubiquiti cuyas características se detallan a continuación [7].



Figura 1. 8 Antena Directiva Rocket Dish  
Fuente: Ubiquiti Networks

Tabla 1. 3 Características de Antena Directiva Rocket Dish  
Fuente: Poner Fuente

Modelo	Frecuencia	Ganancia	Patrón de Radiación
RD 5G34	4.9 – 5.8 [GHz]	30 -34 [dBi]	

El equipo transmisor que complementa a esta antena es un AirFiber 5X con las siguientes características:

Tabla 1. 4 Características del Equipo AirFiber 5X  
Fuente: Ubiquiti Networks

Equipo	Rango de Frecuencias	Potencia	Modulación	Sensibilidad Rx (50MHz)
	5.15–5.95 [GHz]	20 [dBm]	256 QAM	-60 [dBm]

#### 1.2.4.1 Antenas Omnidireccionales.

Son utilizadas para hacer enlaces punto–multipunto. A las antenas omnidireccionales se ubican en una zona céntrica ya que radia para todas

direcciones permitiendo enlazar los usuarios finales. Se muestra en la Figura. 1.9. Una antena omnidireccional de la marca Ubiquiti [7].



Figura 1. 9 Antena Omnidireccional AMO 5G13  
Fuente: Ubiquiti Networks

**Tabla 1. 5 Características de la Antena Omnidireccional**  
Fuente: Ubiquiti Networks

Modelo	Frecuencia	Ganancia	Patrón de Radiación
AMO-5G13	4.45 – 5.85 [GHz]	13 [dBi]	

La antena omnidireccional que se presenta tiene otro equipo transmisor, Rocket 5AC Lite de las siguientes características presentadas en la Tabla 1.6.

**Tabla 1. 6 Características del Equipo Rocket 5AC Lite**  
Fuente: Ubiquiti Networks

Equipo	Rango de Frecuencias	Potencia	Modulación	Sensibilidad Rx (40MHz)
	5.15–5.85 [GHz]	22 [dBm]	256 QAM	-65 [dBm]

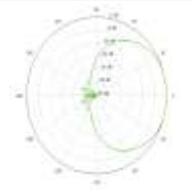
### 1.3.4.1 Antenas Sectoriales.

Las antenas sectoriales permiten tener un área cobertura gradual, es decir el patrón de radiación de esta antena se abre a 60°, 90° y 120° según sea la necesidad y el tipo de antena. En nuestro caso se utilizará una antena de 120° de apertura [7].



Figura 1. 10 Antena Sectorial  
Fuente: Ubiquiti Networks

Tabla 1. 7 Características de la Antena Sectorial AM-5G19 120  
Fuente: Ubiquiti Networks

Modelo	Frecuencia	Ganancia	Patrón de Radiación
AM-5G19 120	4.15 – 5.85 [GHz]	19 [dBi]	

El equipo transmisor para la antena sectorial es el mismo presentado en la Tabla 1.6. correspondiente al equipo transmisor Rocket 5AC.

### 1.2.4 ROUTER

Un Router es un equipo de interconexión de redes de telecomunicaciones encargado de gestionar o encaminar el tráfico de datos entre equipos conectados en la red mediante protocolos TCP/IP [16].

La interconexión de dos redes se la realiza mediante un router de punto de acceso, que generalmente consiste en brindar acceso al cliente a la red del proveedor

del servicio o ISP (Internet Service Provider). En el cual la función principal de este tipo de routers es generar enrutamiento de datos entre estas dos redes. Adicionalmente tienen funciones adicionales como Firewalls, NAT, etc...[16]

En cuanto al proveedor de servicios, este presenta la necesidad de interconectar dos o más redes, y por consiguiente realizar el respectivo enrutamiento, incluyendo redes de gestión que el ISP maneje.

### 1.3.4 SWITCH

El switch, es un equipo que permite la conexión alámbrica de equipos dentro de una misma red LAN (Local Área Network) realizando una compartición de recursos. La tecnología que utiliza un switch para conectar dispositivos dentro de una misma red, son puertos Ethernet o Gigabit Ethernet, dependiendo de las aplicaciones para que vaya ser útil. Si se desea conectar computadoras a una red bastaría con un switch de capa dos. Caso contrario sucede cuando a la red le vamos a dar escalabilidad y distribución de tráfico, en estas circunstancias utilizamos un switch capa tres [16].

Para la implementación de redes de telecomunicaciones tanto LAN como WLAN se dispone de dos grupos de switch. La empresa Cisco desarrolla dos grandes gamas para cumplir los requerimientos de las empresas. Estas gamas son [16]:

- Campus y sucursales.
- Para manejo de datos.

#### Equipos Ópticos

. Una arquitectura GPON se divide en tres partes, una Oficina Central donde se encuentra la OLT, un enlace troncalizado que se dirige desde la OLT hasta los Splitter, también denominado Feeder, y la red de distribución que se encuentran conformado por las ONU o denominadas también ONT (Optical Network Terminal) [17].

**a) OLT (Optical Line Terminal):** Es un hardware instalado en el punto final de la red óptica y cuyo propósito son dos [18]:

- Convertir las señales estándar utilizadas por un proveedor de servicios a la frecuencia de los utilizados en la red PON.

- Multiplexa la señal para dar servicio a todos los abonados que se encuentren conectados a cada uno de sus puertos.

Las partes principales que se encuentran en la OLT son:

- Unidad de procesamiento central (CPU).
- Tarjetas de Red Ópticas Pasivas (32 o 64 puertos).
- Un enrutador de la puerta de enlace (GWR).
- Tarjetas enlace ascendente de puerta de enlace de voz (VGW).

**b) ODN (Optical Distribution Network):** Esta sección separa la planta externa de la planta interna y es indispensable para la transmisión a la Red Óptica Pasiva.

Adicionalmente realiza la conexión física entre los usuarios finales de la red con la OLT. Tiene la capacidad de soportar señales de 1310 nm hasta 1550 nm y transmitir datos del origen al destino y viceversa [18].

Se encuentran aquí algunos elementos como:

- Fibras ópticas.
- Conectores de fibra óptica.
- Atenuadores ópticos pasivos.
- Empalmes.

**c) ONU (Optical Termination Unit):** Es el equipo terminal de la red, este se encuentra dentro de los domicilios. Puede tener distintos puertos para brindar los servicios. Puerto Gigabit Ethernet para dar servicio de Internet y conectar varios dispositivos a la red del hogar. También uno o dos conectores para brindar servicio a un teléfono fijo, y finalmente conectores HDMI con los que se puede brindar servicio de HDTV [18].

#### **1.1.4.3 Equipos auxiliares para la construcción de redes ópticas**

Para la construcción de una red que hace uso como medio de transmisión hilos de fibra óptica es necesario el uso de los siguientes equipos,

los cuales permiten obtener mejor calidad en el servicio y algunos de ellos verifican si el enlace está en óptimas condiciones de funcionamiento.

#### **a) OTDR (Optical Time Domain Reflectometer)**

El equipo conocido como OTDR (véase en la Figura 1.10) está encargado de localizar e identificar distintos tipos de eventos que se producen en un enlace de fibra óptica con gran precisión. Los eventos son los distintos valores de atenuación que se producen en fusiones o empalmes, conectores e inclusive zonas en la que el hilo de fibra posee cristalización debido a una mala instalación o maltrato [19].

Mediante pruebas reflectométricas se puede conocer las pérdidas y la distancia a la están ubicadas desde el equipo hacia lo largo del trayecto. El equipo OTDR utiliza efectos de Fresnel y de Rayleigh para conocer la ubicación de la pérdida [19].

#### **b) OLTS (Optical Lost Test Selt)**

OLTS es el equipo encargado de medir los niveles de atenuación en potencia en un tramo de fibra óptica [20].

El funcionamiento de estos equipos consiste en emitir desde un extremo del tramo de fibra un haz de luz con una longitud de onda definida (1310 y 1550 nm) y desde el extremo opuesto medir el nivel de potencia que se recepta dando a conocer el valor de atenuación que sufrió dicha señal en el transcurso [20].

Un OLTS funciona como emisor y receptor al mismo tiempo, por lo que se pueden realizar mediciones bidireccionales, ya que el sentido en si presenta diferentes valores de atenuación en cada acople como por ejemplo al realizar una fusión puede existir diferencia de diámetros en la fibra de manera que se podría realizar una correcta transmisión mas no una adecuada recepción de la señal.

#### **c) Fusionadora**

Para realizar empalmes en fibra óptica es necesario el uso de un equipo compacto (Dimensiones entre los 150mm y 3,2kg) que consiste en calentar hasta llegar a fundir los núcleos de fibra de dos hilos diferentes

mediante dos electrodos en el que se produce un arco eléctrico a un voltaje entre los 4000V con corriente controlada [19].

Éste equipo adicionalmente se encarga de realizar funciones como aproximación de fibras, alineamiento, fusión e inclusive un calefactor para el protector o “manguito” de empalme post-fusión [19].

#### **d) Microscopio Óptico Portátil**

El uso que se le da al microscopio óptico es el de visualizar el estado de los terminales en los conectores de fibra, ya que estos pueden presentar suciedad y ligeros rayones, por lo que pueden afectar al funcionamiento del enlace o presentar atenuaciones desde un principio [19].

Este quipo puede trabajar con conectores de tipo ST, FC, LC y SC, siendo de pequeñas dimensiones y llegando a ofrecer hasta doscientos aumentos, adicionalmente incluye retroalimentación de luz LED para una mejor visualización [19].

#### **1.4.4 SERVIDORES**

Los servidores son computadoras, con algunas particularidades para garantizar el trabajo constante durante veinte y cuatro horas los siete días de la semana. Cuando se habla de particularidades se hace referencia a las características de sus dispositivos internos. Por ejemplo, los servidores tienen dos fuentes de energía, en caso de que falle una, funciona la otra y así simultáneamente para garantizar su trabajo diario. Los discos duros tienen la capacidad de instalación en caliente llamado así comúnmente, es decir no se necesita apagar el equipo para realizar las modificaciones [21].

Hoy en día la empresa Intel desarrolla ya procesadores de computadoras con la capacidad de trabajo constante como los servidores. Permitiendo a las empresas que requieran un servidor, utilizar un procesador de computadora, debido a su economía. Es por este motivo que para el inicio de este proyecto se propone un procesador Intel Core i7 8700k con las características que se muestran en la Tabla 1.8 [21].

**Tabla 1. 8 Características del Equipo Core i7 8700k**  
Fuente: Intel

Número de Núcleos	6
Cantidad de subprocesos	12
Frecuencia básica	3.70 GHz
Frecuencia turbo máxima	4,70 GHz
Cache	12 MB
Velocidad de bus	8GT/s

#### **1.5.4 SOFTWARE DE GESTIÓN**

En el mercado existe software que permiten gestionar y controlar la red. Uno de estos software es Wispro. Mencionado software facilita el trabajo de gestión de la red automatizándolo. Wispro nos ayuda a:

- Brinda Calidad y Servicio QoS.
- Balanceo y Failover.
- Facturación.
- Cobros.
- Cortes por mora.
- Notificaciones.
- Administra a clientes.

Wispro es una herramienta que se encuentra durante 10 años en el mercado, brindando soporte en administración y control de redes. Los creadores del software Wispro facilitan una versión de prueba gratuita por un año capas de administrar hasta cien usuarios. Transcurrido este plazo, se puede comprar una licencia por número de clientes de manera indefinida [22].

### **1.5 COMPONENTES DE ANÁLISIS EN EL ESTUDIO DE MERCADO**

#### **1.1.5 OFERTA**

La oferta permite tener conocimiento de los competidores, con una manera directa o indirecta de su interacción con el mercado. Identifica la forma como se está atendiendo a los usuarios y la proyección de atención. Permite saber la forma que está otra empresa satisfaciendo la necesidad del consumidor relacionando un mismo producto. Y sirve además para preparar una o varias estrategias que permitan un mejor desempeño de la empresa frente a los competidores analizados [23], [24].

La curva de la oferta es positiva, relacionando el precio con la cantidad ofertada mostrada en la Figura 1.10. Que tiene desplazamientos hacia la izquierda o la derecha, por la disminución o aumento de la oferta respectivamente[24].

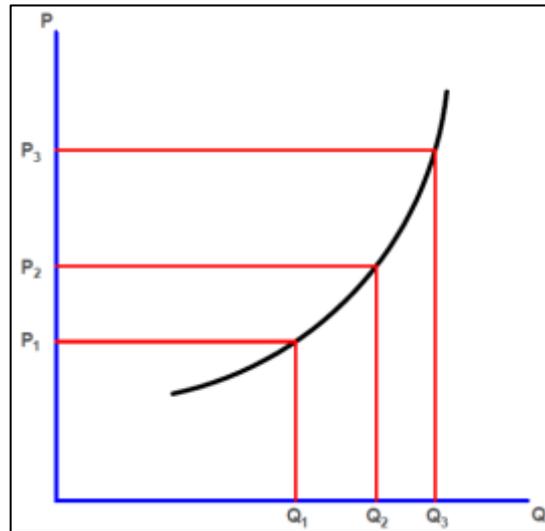


Figura 1. 11 *Curva de la Oferta*  
**Fuente:** Autor

### 1.2.5 DEMANDA

La demanda es la existencia de una necesidad, que requiere ser suplida por un producto o servicio, como también las condiciones que afectan su consumo. Las necesidades presentes en un área determinada, deben ser cuantificadas mediante fuentes primarias y/o secundarias, para estudiar su comportamiento actual y futuro[23], [24].

La fuente primaria es el mismo consumidor o usuario, que será beneficiado con el producto o servicio. La recolección de datos al usuario se suele hacer con una encuesta, presentado mejores resultados que información dada de una fuente secundaria. Las fuentes secundarias, es información recopilada de: estadísticas del gobierno, libros, revistas, etc. [23].

El análisis de la demanda es uno de los puntos importantes y relevantes del proyecto, debido a que con buenas estimaciones hará posible el cálculo de la rentabilidad del producto, y subsistencia del proyecto. Se basa en dos factores que se mantienen constantes, el precio y la cantidad demanda, con la función que se muestra en la Figura 1.11

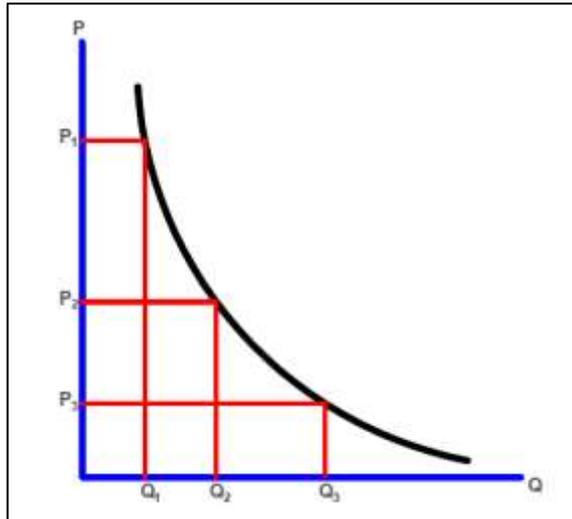


Figura 1. 12 *Curva de la Demanda*

**Fuente:** Autor

Con el análisis de demanda podemos conocer [24]:

- La estructura de consumo.
- Estructura geográfica de la demanda.
- La interrelación de la demanda.
- Motivos que originan la demanda.
- Necesidad potencial.
- Potencial de mercado.

### 1.3.5 PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio es una técnica que relaciona los costos fijos, costos variables, y los ingresos. Determinando la producción mínima que una empresa debe realizar para no incurrir en pérdidas [25].

Existen dos formas de calcular el punto de equilibrio. La primera de una manera gráfica, mostrada en la Figura 1.12. Y la segunda forma es matemática mediante la siguiente ecuación.

$$\text{Punto de Equilibrio} = \frac{CF}{1 - \frac{CV}{P \times Q}} \quad (\text{Ecuación 1.36})$$

Dónde:

CF = Costos fijos totales.

CV = Costos variables totales.

P = Precio del producto.

Q = Cantidad de producto vendida.

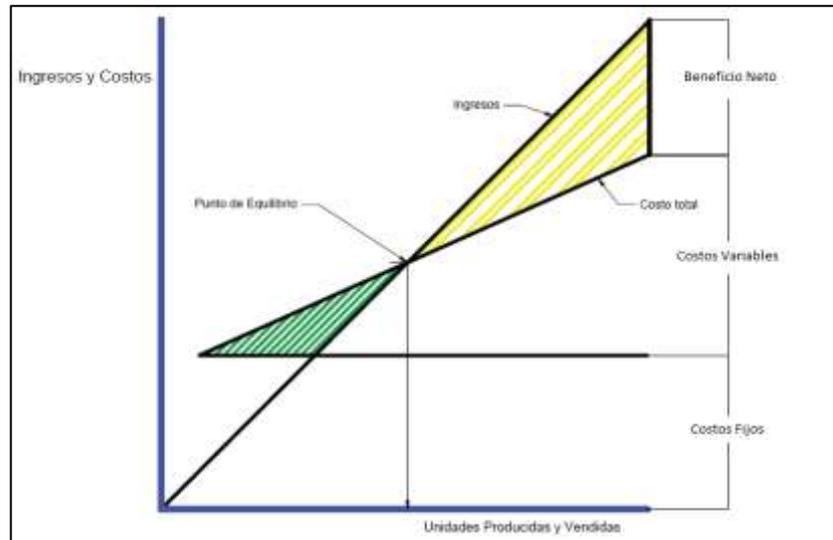


Figura 1. 13 *Punto de Equilibrio*

**Fuente:** Autor

Hay que recalcar además que el punto de equilibrio no es una técnica que evalúa la rentabilidad del proyecto, presentando sus desventajas [25].

- No se puede saber sobre los beneficios proyectados, debido a que no se considera la inversión inicial.
- Se tiene que clasificar adecuadamente los costos fijos y costos variables, debido a que, si los costos fijos son menores, se puede alcanzar más rápidamente el punto de equilibrio.
- Es invariante en el tiempo. El cálculo se realiza con costos dados, es decir si cambian los costos por algún motivo, el punto de equilibrio también debería moverse.

### **1.4.5 COMPETENCIA**

Dentro de los estudios de oferta, el estudio de la competencia es un aspecto importante. Si bien es difícil el estudio debido a que la empresa denominada como competencia, porque no va a brindar información. Sin embargo, se debe tratar

averiguar en primera instancia el número de empresas que concurren al mercado y el tipo de oferta que presentan y pueden ser [23]:

- a. **Monopólica**, cuando existe un solo productor, imponiendo calidad, precio y cantidad del servicio o bien [23].
- b. **Oligopólica**, cuando el mercado se encuentra cubierto solo por unos pocos productores [23].
- c. **Competitiva o mercado libre**, cuando existen muchos productores, y la calidad, precio y servicio lo impone cada productor [23].

Otro aspecto a tomar en consideración dentro de la competencia es: las ventajas competitivas que tiene algún productor, convirtiéndose en una fortaleza; las funciones que desempeñan en el mercado. Por ejemplo, si existe una empresa que marca la diferencia con las otras, o si bien éstas tienen armonía o no dentro del nicho [23].

### 1.5.5 ESTIMACIÓN DE VENTAS

La estimación de ventas se basa en pronósticos, en base modelos matemáticos o bien en una estimación subjetiva o intuitiva de quien elabora el proyecto. Claro que también se pueden mezclar ambas, ajustar el modelo matemático a una estimación para un resultado más concreto [24].

Existen varias técnicas para pronosticar que pasará con las ventas en el futuro de la empresa. Pero es mejor basarse en lo ocurrido con otras empresas, y como se encuentra llevando un negocio similar. Sin embargo, existen tres horizontes de tiempo para la estimación:

- **Corto Plazo.** Este no suele ser superior a un año, pero lo ideal son tres meses para actividades como: tiempo para compras, puesta a prueba de trabajadores, y asignación de tareas [24].
- **Mediano Plazo.** Es un pronóstico intermedio, hasta tres años que sirve para evaluar cómo se está desarrollando la empresa, replanteo de objetivos, estrategias y planes de operación [24].
- **Largo Plazo.** Generalmente es de cinco a siete años y se debe haber recuperado la inversión, buscar nuevos horizontes de crecimiento, desembolso de capital [24].



## **CAPÍTULO 2: DISEÑO Y DESARROLLO**

El capítulo, es referido al estudio técnico realizado. Se muestra el diseño propuesto para la Red de Acceso de cada parroquia con una Red Inalámbrica, tanto para Chontamarca y Chorocopte. De igual forma el diseño de la Red de Distribución, que para la primera parroquia es por medio de fibra óptica y para la segunda parroquia es de radio enlace.

El centro Parroquial de Chontamarca por tener bloques o manzanas completas, con la mayoría predios ocupados por casas, se puede realizar el diseño de una red GPON.

En el caso contrario para el centro parroquial de Chorocopte, se pretende dar servicio de Internet mediante radio enlace, debido a que tiene muy poca densidad poblacional. En la localidad existen dos comunidades pequeñas Chorocopte y Citacar que se encuentran agrupadas, por lo que se diseña con antenas omnidireccionales para cada sector. Sin embargo, para las zonas que no tienen cobertura, se simulará la distribución con una antena sectorial.

### **2.1 DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA**

Para la formación de la Red que proveerá servicio de Internet a las parroquias Chontamarca y Chorocopte es necesario diseñar enlaces radioeléctricos. Las parroquias antes mencionadas se encuentran ocultas entre las montañas, sin caminos de acceso con postería y mucho menos canales para colocar un medio físico como fibra óptica.

Además, que se encuentran entre ellas montañas que impiden la visibilidad entre ambas, es por esta razón que se plantea la siguiente topología mostrada en la Figura 2.1.

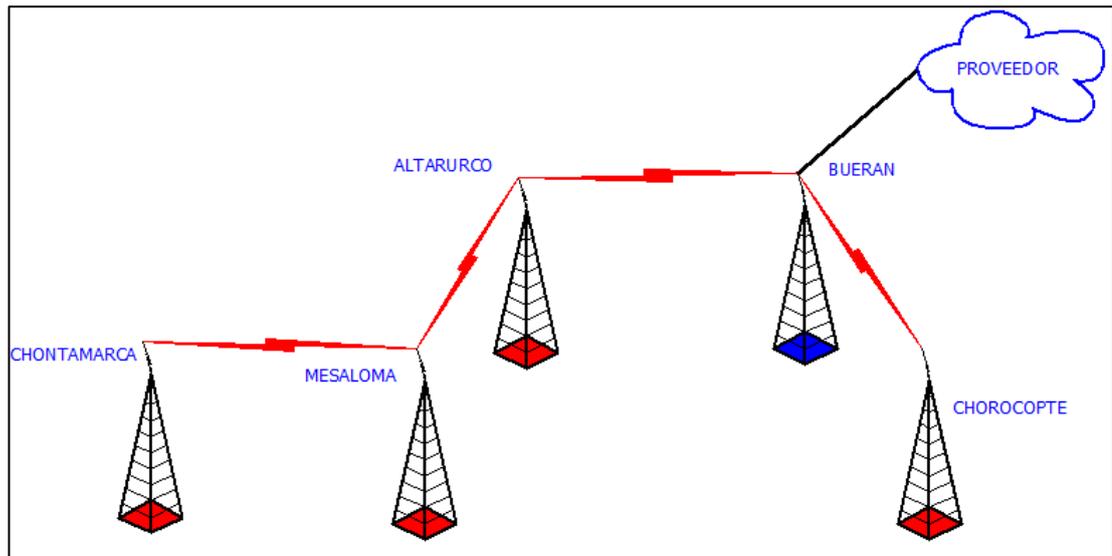


Figura 2. 1 *Topología de Red para Enlaces Principales*  
**Fuente:** Autor

El nodo principal, al que llega el proveedor por medio de fibra óptica se encuentra de color azul y está ubicado en el cerro Buerán (cercano a Chorocopte). El cerro Altarurco es un enlace auxiliar que permite rodear un obstáculo que impide la visibilidad, para llegar a cerro Mesaloma (cercano a Chontamarca).

Los enlaces auxiliares Bueran-Altarurco, Altarurco-Mesaloma mostrados en la Figura 2.1 generarían pérdidas refiriéndonos a la señal e incremento en el presupuesto para la red de acceso. Sin embargo, existen proveedores de Internet con nodos cercanos a los cerros Buerán y Mesaloma. Permitiendo modificar la topología antes planteada como se ve en la Figura 2.2.

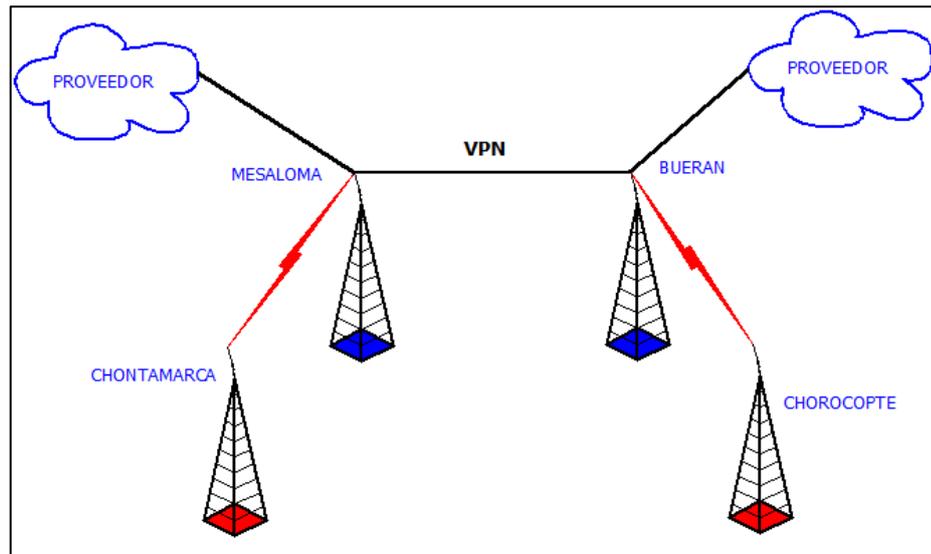


Figura 2. 2 Segunda topología de Red para Enlaces Principales  
Fuente: Autor

La diferencia entre la topología anterior Figura 2.1 y la actual Figura 2.2, es la eliminación de dos enlaces Bueran-Altarurco, Altarurco-Mesaloma. También el incremento de un proveedor con el cual se cubrirá la parroquia de Chontamarca, formando dos nodos principales. Y finalmente la creación de una VPN (Virtual Private Network) para poder controlar y gestionar la red.

### 2.1.1 ENLACES PRINCIPALES PARA LA PARROQUIA DE CHONTAMARCA

Una vez más se refiere a la Figura. 2.2. Los proveedores se conectan a los nodos de acceso mediante fibra óptica. Mientras que de los enlaces principales hacia las parroquias se realiza por radio. Cada enlace principal debe ser simulado para garantizar la correcta conectividad con la mayor disponibilidad posible.

En cuanto a la ubicación de los equipos que conforman el SURVEY, se encuentran dos sitios tentativos en la parroquia de Chontamarca. El primero ubicado en el Centro de Salud, y el segundo en la Unidad Educativa Chontamarca.

En la Figura. 2.3 se aprecia la simulación desde el cerro Mesaloma-Centro de Salud. Conjuntamente con las configuraciones de los equipos presentes en la Tabla 2.1.

**Tabla 2. 1 Equipos y Configuración para Enlace Principal**

Fuente: Ubiquiti

Tx		Rx	
Equipo Tx	R5 AC-Lite	Equipo Rx	R5 AC-Lite
Antena	RD 5G 30	Antena	RD 5G 30
Frecuencia	5150-5250 [Hz]	Frecuencia	5150-5250 [Hz]
Potencia	22 [dBm]	Sensibilidad	-65 [dBm]
Ganancia	30 [dBi]	Ganancia	30 [dBi]
Altura de la torre	6 [m]	Altura de la torre	6 [m]

El enlace presentado es positivo, debido a que existe una línea de vista sin ningún obstáculo que invada la zona de Fresnel, y corta distancia, de cuatrocientos metros aproximadamente. Otros parámetros importantes que resultaron del enlace se pueden ver en la Tabla 2.2.

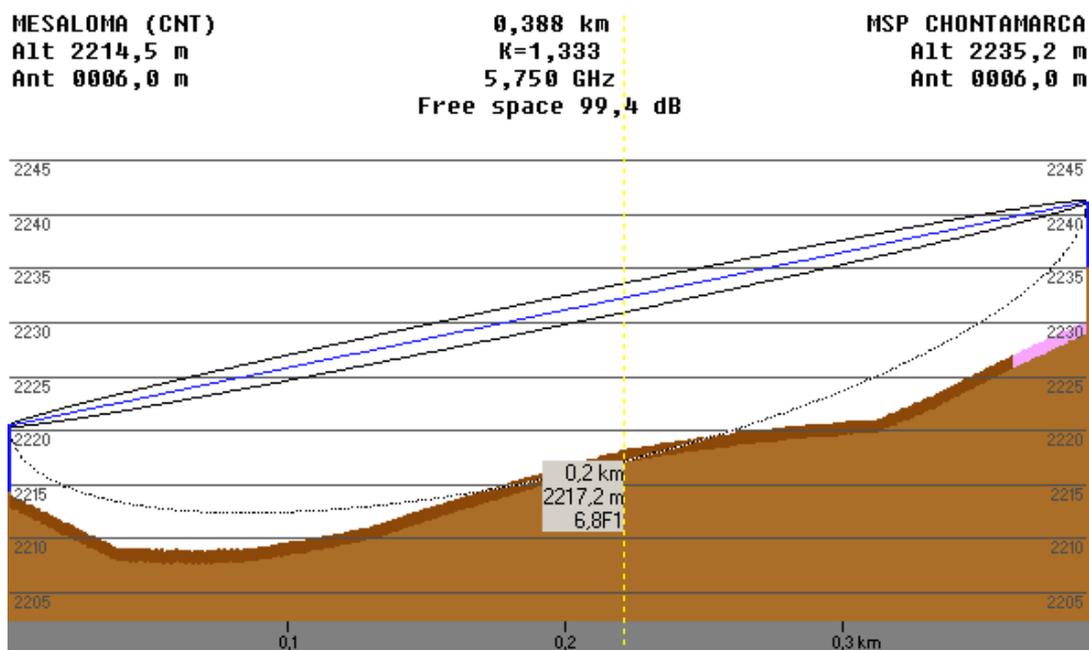


Figura 2. 3 Simulación Enlace Mesaloma-Centro de Salud de la parroquia Chontamarca

Fuente: Autor

**Tabla 2. 2 Resultados de la Simulación del Enlace Mesaloma-Centro de Salud**

Fuente: Autor

Distancia del enlace	0.388 [Km]
Azimuth	200.09 °
Angulo de Elevación	3.037 °
PIRE	39 [dBm]
FSL	99.4 [dBm]
PL	116.2 [dBm]
Margen del Enlace	22.8 [dBm]

El segundo enlace propuesto Mesaloma – Unidad Educativa Chontamarca, se puede apreciar en la Figura 2.4. Con la configuración de los mismos equipos para la simulación presenta los resultados mostrados en la Tabla 2.1. Se puede notar que mejora el margen de enlace, sin que estos sean malos. Cualquiera de los dos lugares son válidos para realizar la conectividad.

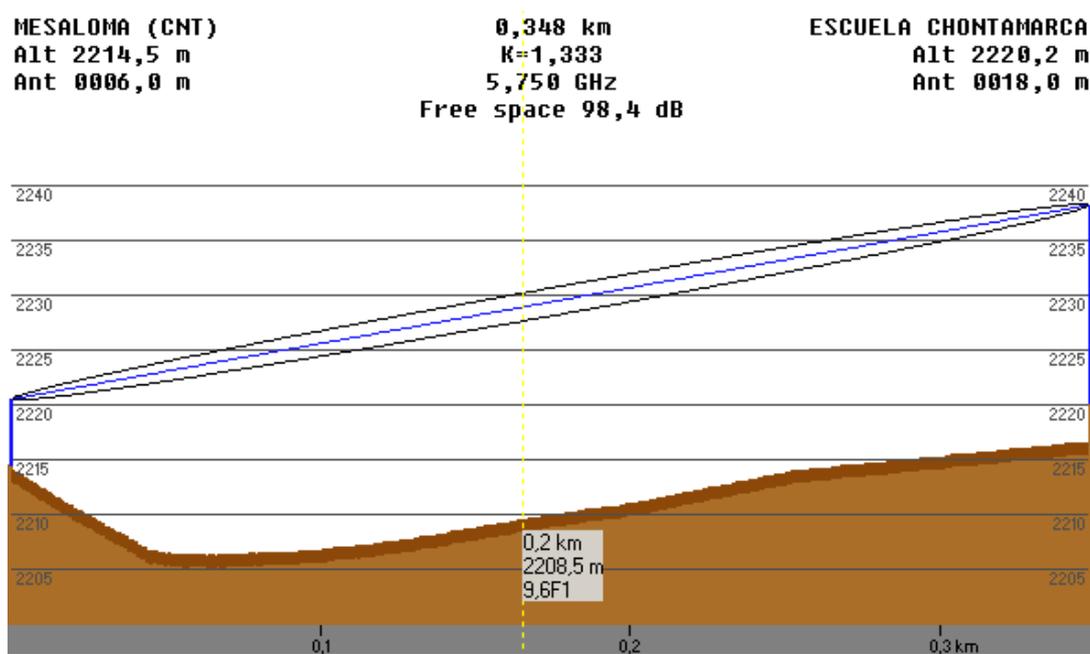


Figura 2. 4 Simulación Enlace Mesaloma-Unidad Educativa Chontamarca  
Fuente: Autor

Tabla 2. 3 Resultados de la Simulación del Enlace Mesaloma-Centro de Salud  
Fuente: Autor

Distancia del enlace	0.348 [Km]
Azimuth	214.91 °
Angulo de Elevación	2.892 °
PIRE	39 [dBm]
FSL	98.4 [dBm]
PL	114.4 [dBm]
Margen del Enlace	24.6 [dBm]

## 2.2.1 ENLACES PRINCIPALES PARA LA PARROQUIA DE CHOROCOPE

Los enlaces principales que se plantea para la parroquia de Chorocope son los que se muestran en la topología de la Figura 2.5. Aquí desde dos o tres nodos secundarios planteados se derivará la red de distribución para la parroquia. Debido a las características del terreno y la distribución de cada hogar en el sector, se utiliza antenas omnidireccionales y sectoriales.

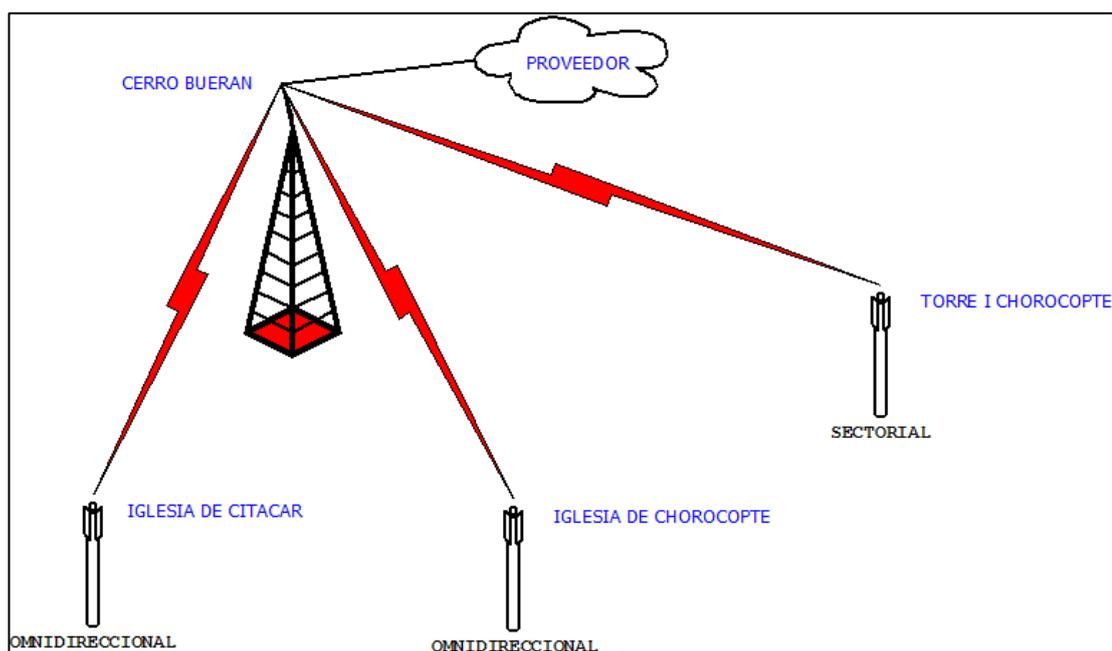


Figura 2. 5 Topología de enlaces principales propuestos para la parroquia de Chorocope

Fuente: Autor

En la Figura 2.5 existen tres torres de las que se deriva la red de distribución y son conocidos como nodos secundarios. En cada nodo secundario tiene una posición geográfica con respectiva antena que permitirá la conexión con los hogares. Véase en Tabla 2.4.

Tabla 2. 4 Georreferencia y Tipo de Antena para Cada Torre de la Parroquia de Chorocope

Fuente: Autor

Descripción	Latitud	Longitud	Altura [m]	Tipo de Antena
Torre 1 Chorocopte	S 2°35'12.75"	O 78°57'7.52"	3443	Sectorial
Iglesia Chorocopte	S 2°34'55.83"	O 78°56'55.75"	3392	Omnidireccional
Iglesia Citacar	S 2°35'13.56"	O 78°56'26.14"	3393	Omnidireccional

A continuación, se procede a simular cada enlace principal. La Figura 2.6 muestra el enlace directo desde el cerro Bueran, hacia la Torre 1 de Chorocopte. Los parámetros configurados para los enlaces posteriores se muestran en la Tabla 2.5.

**Tabla 2.5 Parámetros para la Simulación de Enlaces Principales de la Parroquia Chorocopte**  
Fuente: Ubiquiti Networks

Tx		Rx	
Equipo Tx	R5 AC-Lite	Equipo Rx	R5 AC-Lite
Antena	RD 5G 30	Antena	RD 5G 30
Frecuencia	5150-5250	Frecuencia	5150-5250 [Hz]
Potencia	45 [dBm]	Sensibilidad	-60 [dBm]
Ganancia	20 [dBi]	Ganancia	20 [dBi]
Altura de la torre	6 [m]	Altura de la torre	6 [m]

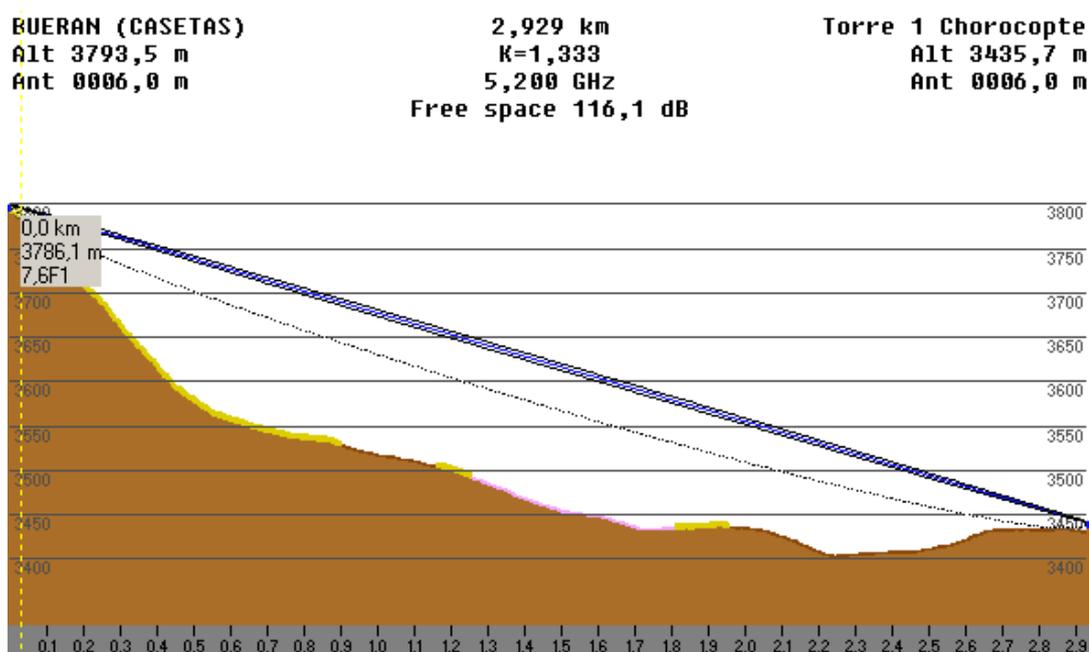


Figura 2.6 Simulación del enlace principal cerro Buerán – Torre 1 de la parroquia de Chorocopte  
Fuente: Autor

Los resultados de la simulación se presentan en la siguiente Tabla 2.6. Se halla un correcto enlace debido a que el margen de enlace es de 11.3 [dBm].

**Tabla 2. 6 Resultados de la Simulación de Enlace Cerro Buerán – Torre I**  
Fuente: *Autor*

Distancia del enlace	2.92 [Km]
Azimuth	298.54 °
Angulo de Elevación	-7.119 °
PIRE	45 [dBm]
FSL	116.1 [dBm]
PL	133.7 [dBm]
Margen del Enlace	11.3 [dBm]

Para verificar que los valores obtenidos mediante el simulador son los adecuados se procede a realizar un estudio específico entre los enlaces de Chorocopte y la Torre I, detallados en el siguiente apartado.

### **Estudio de Radio Enlace Buerán – Torre I Chorocopte**

Para garantizar el funcionamiento del radio enlace entre el cerro de Buerán y la Torre I en Chorocopte, se procede a realizar un análisis matemático que hace uso de las características de los equipos a utilizar, adicionalmente de las condiciones geográficas y climáticas que presenta el sector en el que este enlace operará.

Las características de los equipos se detallan a continuación:

**Tabla 2. 7 Datos Torre Tx en el cerro Buerán**  
Fuente: *Autor*

Coordenadas Tx Buerán	
Latitud	2° 35' 58,02'' (SUR)
Longitud	78° 55' 44,21'' (OESTE)

Características del Equipo	
Potencia del equipo transmisor	22 dBm
Ganancia del equipo transmisor	30 dBi
Pérdidas en la conexión	1,5 dBm
Pérdidas aleatorias	1,4 dB
Error de apuntamiento	1 dB

De igual forma se presentan las características en el receptor Ubicado en Chorocopte:

**Tabla 2. 8 Datos Torre RX en la parroquia Chorocopte**  
Fuente: Autor

Coordenadas Rx Torre I Chorocopte	
Latitud	2° 35' 12,75'' (SUR)
Longitud	78° 57' 7,52'' (OESTE)

Características del Equipo	
Potencia del equipo transmisor	22 dBm
Ganancia del equipo transmisor	30 dBi
Pérdidas en la conexión	1,5 dBm
Pérdidas aleatorias	1,4 dB
Error de apuntamiento	1 dB
Sensibilidad	-65 dBm

#### Distancia entre Torres Tx – Rx:

Dado a que se posee la localización de las torres Tx y Rx en coordenadas GPS, se obtiene la distancia mediante la siguiente ecuación:

$$D = 6371 \cdot \cos^{-1}[\text{sen}(X_t) \cdot \text{sen}(X_r) + \cos(X_t) \cdot \cos(X_r) \cdot \cos(Y_r - Y_t)]$$

$$D = 2,926288 \text{ km}$$

Y su azimut son:

$$a_{tr} = 2\pi - \cos^{-1} \left[ \frac{\text{sen}(X_r) - \cos(D/6371) \cdot \text{sen}(X_t)}{\text{sen}(D/6371) \cdot \cos(X_t)} \right]$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[ \frac{\text{sen}(X_t) - \cos(D/6371) \cdot \text{sen}(X_r)}{\text{sen}(D/6371) \cdot \cos(X_r)} \right]$$

$$a_{tr} = 5,210565628 \text{ rad} \cong 298,5434194^\circ$$

$$a_{rt} = 2,06899125 \text{ rad} \cong 118,544466^\circ$$

## Cálculo Margen de Enlace

Para el cálculo de Margen de Enlace, se requiere obtener los coeficientes de atenuación al que está expuesto el sistema, el cual se desarrolla a continuación.

### Ruido:

El ruido característico presente es conocido como ruido blanco el cual es modelado como Ruido Gaussiano Blanco Aditivo, y sigue la siguiente ecuación:

$$N = kT_0B \text{ (Ecuación 1.13)}$$

$$N = 1.38 \times 10^{-23} \cdot 290 \cdot 40 = -94,97 \text{ dBm}$$

El resultado presenta la cantidad de potencia de ruido en el receptor.

### Pérdidas Multitrayectoria:

Para empezar, es necesario la obtención del factor geo climático mediante la siguiente ecuación, el valor gradiente de refractividad la obtenemos de la Figura 1.7:

$$K = 10^{-4.2-0.0029dN_1} \text{ (Ecuación 1.18)}$$

$$K = 10^{-4.2-0.0029 \cdot 200} = 0,000239883$$

Posteriormente se calcula la inclinación de la trayectoria:

$$|\varepsilon_p| = \frac{|h_T - h_e|}{D} \text{ mrad (Ecuación 1.19)}$$

$$|\varepsilon_p| = \frac{|3792 - 3398|}{2,9262} = 134,3742843$$

Por último, la expresión de probabilidad de exceso de profundidad de desvanecimiento (dB) toma la forma de:

$$p = Kd^{3.2}(1 + |\varepsilon_p|)^{-0.97} 10^{(0.32f-0.00085h_L-A/10)}$$

$$p = 3,86657E - 09 \%$$

Tomar en cuenta que este modelo se utiliza hasta valores de frecuencia por debajo de los 45 [GHz].

### **Pérdidas por Niebla y Nubes:**

Se calcula el Ángulo de elevación de la trayectoria haciendo uso de la ecuación 1.27. Considerar que la variable temperatura T se encuentra en grados Kelvin:

$$\theta = \frac{300}{T} = 1,098297639^\circ \text{ (Ecuación 1.27)}$$

Las variables de frecuencia principal y secundaria se obtienen mediante:

$$f_p = 20.09 - 142(\theta - 1) + 294(\theta - 1)^2 \text{ Ghz (Ecuación 1.28)}$$

$$f_p = 8,97248849 \text{ Ghz}$$

$$f_s = 590 - 1500(\theta - 1) \text{ Ghz (Ecuación 1.29)}$$

$$f_s = 442,553542 \text{ Ghz}$$

Obtenemos los coeficientes para posteriormente obtener valores de atenuación específica:

$$\varepsilon_0 = 77.6 + 103.3(\theta - 1) \text{ (Ecuación 1.24)}$$

$$\varepsilon_0 = 87,75414607$$

$$\varepsilon_1 = 5.48$$

$$\varepsilon_2 = 3.51$$

Reemplazamos los valores obtuvimos en la siguiente ecuación:

$$\varepsilon''(f) = \frac{f(\varepsilon_0 - \varepsilon_1)}{f_p \left[ 1 + \left( \frac{f}{f_p} \right)^2 \right]} + \frac{f(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)}{f_s \left[ 1 + \left( \frac{f}{f_s} \right)^2 \right]} \text{ (Ecuación 1.22)}$$

$$\varepsilon''(f) = 35,00637751 \text{ hz}$$

$$\varepsilon'(f) = \frac{f(\varepsilon_0 - \varepsilon_1)}{\left[1 + \left(\frac{f}{f_p}\right)^2\right]} + \frac{f(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)}{\left[1 + \left(\frac{f}{f_s}\right)^2\right]} + \varepsilon_2 \quad (\text{Ecuación 1.23})$$

$$\varepsilon'(f) = 68,25867701 \text{ hz}$$

Además:

$$\eta = \frac{2 + \varepsilon'}{\varepsilon''} \quad (\text{Ecuación 1.21})$$

$$\eta = 2,007025062$$

Una vez obtenido los valores de los coeficientes  $\varepsilon''$  y  $\eta$  podemos conocer el valor presente de atenuación por niebla y nubes en el sector:

$$K_L = \frac{0,819 \cdot f}{\varepsilon'' + \varepsilon'' \cdot \eta^2} = 0,023264 \text{ dB/km}$$

$$L_{cloud} = \frac{1,6 \cdot K_L}{\text{sen}(\theta)} \quad (\text{Ecuación 1.30})$$

$$L_{cloud} = 0,05682 \text{ dBm}$$

### **Pérdidas por Lluvia:**

Haciendo uso de los coeficientes de regresión y la tasa de lluvia en la zona respectiva brindados por la Tabla 1.1 para una frecuencia de trabajo de 6 GHz, obtenemos que:

$$k_H = 0,00175$$

$$k_V = 0,00155$$

$$\theta = 1,098297639^\circ$$

$$\alpha_H = 1,308$$

$$\alpha_V = 1,265$$

El caso crítico ocurre en polarizaciones horizontales, por lo que el valor  $\tau = 0^\circ$ , por lo que los coeficientes apropiados de la regresión lineal que hace uso de una frecuencia de operación en el enlace, resultan ser:

$$k = \frac{[k_H + k_V + (k_H - k_V)\cos^2(\theta)\cos(2\tau)]}{2} \quad (\text{Ecuación 1.31})$$

$$k = 0,00167071$$

$$\alpha = \frac{[k_H\alpha_H + k_V\alpha_V + (k_H\alpha_H - k_V\alpha_H)\cos^2(\theta)\cos(2\tau)]}{2k} \quad (\text{Ecuación 1.32})$$

$$\alpha = 1,28805342$$

La distancia efectiva de la trayectoria  $d_0$ :

$$d_0 = 35e^{-0.015 \cdot RR} \text{ [km]} \quad (\text{Ecuación 1.35})$$

$$d_0 = 9,91635011 \text{ km}$$

El factor de distancia se lo estima mediante:

$$r = 1/(1 + d/d_0) \quad (\text{Ecuación 1.34})$$

Finalmente obtenemos el valor presente de atenuación por lluvia en el lugar:

$$r = 0,77214273$$

$$L_{\text{rain}} = k \cdot RR^\alpha \cdot d \cdot r \text{ dB} \quad (\text{Ecuación 1.33})$$

$$L_{\text{rain}} = 0,12353355 \text{ dB}$$

### **Pérdidas en Espacio Libre:**

Los valores de atenuación en el espacio libre en un radio enlace son debidos al comportamiento entre frecuencia y el medio ambiente, estos se pueden conocer mediante la siguiente expresión:

$$FSL = -20\log\left(\frac{\lambda}{4\pi D}\right)$$

$$FSL = 115,755743 \text{ dBm}$$

También se puede estimar haciendo uso de la ecuación de Friis (Ecuación 1.12).

### **Potencia Efectiva Radiada y Margen de Enlace:**

Obtenidos los valores de atenuación que están presentes en el enlace se puede conocer

$$EIRP = P_{tx} + G_{tx} - L_{TX} - L_R \text{ (Ecuación 1.10)}$$

$$EIRP = 49,1 \text{ dBm}$$

Finalmente, obtenidos los valores de atenuación que sufre el sistema, se puede conocer el valor total en la trayectoria:

$$P_L = FSL + L_{Rain} + L_{Multipath} + L_{atm} + E_{apuntamiento}$$

$$P_L = 126,835151 \text{ dBm}$$

Por lo que el margen del enlace es el siguiente:

$$Link \ Margin = EIRP - P_L + G_{RX} - TH_{RX} \text{ (Ecuación 1.11)}$$

$$Link \ Margin = 11,5648495 \text{ dBm}$$

Se puede observar que el valor calculado está sobre los 10 dB, por lo que se encuentra dentro del rango de comunicación adecuado. Por consiguiente, se garantiza el óptimo funcionamiento del radio enlace. También se confirma que los datos adquiridos por el simulador son correctos.

En la siguiente Figura 2.7. Se encuentra la simulación del segundo enlace directo propuesto, cerro Buerán – Iglesia de Chorocopte. Mostrando una diferencia única con respecto a la simulación anterior en el margen del enlace, en esta ocasión es mayor. Véase en la Tabla 2.9.

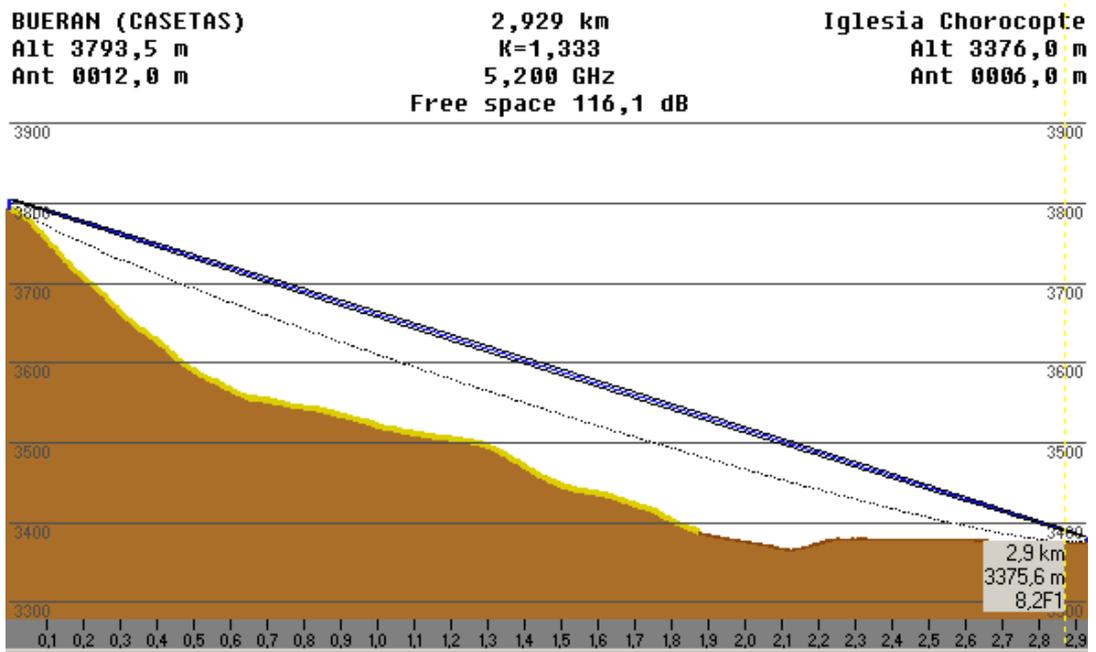


Figura 2. 7 Simulación del enlace principal cerro Buerán – Iglesia de Chorocopte  
Fuente: Autor

**Tabla 2. 9 Resultados de la Simulación de Enlace Cerro Buerán – Iglesia de Chorocopte**  
Fuente: Autor

Distancia del enlace	2.92 [Km]
Azimuth	311.02 °
Angulo de Elevación	-8.224 °
PIRE	45 [dBm]
FSL	116.1 [dBm]
PL	126.8 [dBm]
Margen del Enlace	18.2 [dBm]

El último enlace simulado en la parroquia de Chorocopte Figura 2.8. El enlace directo corresponde, desde el cerro Buerán hasta la Iglesia de Citacar. La simulación muestra la distancia en que se conectan estas antenas es menor que las anteriores.

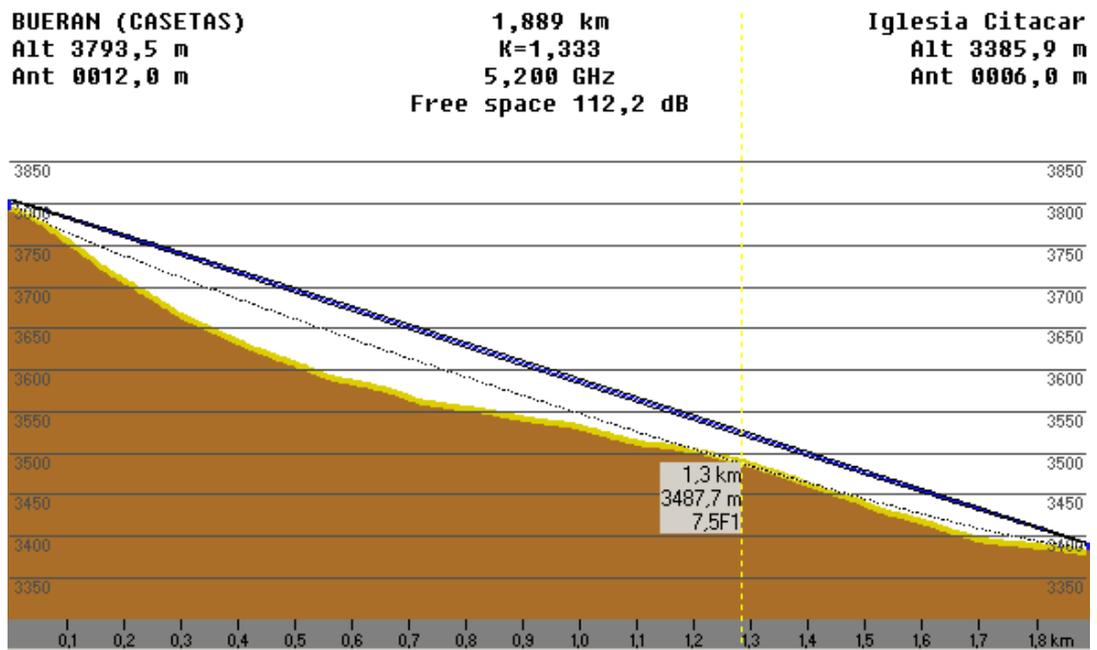


Figura 2. 8 Simulación del enlace principal cerro Buerán – Iglesia de Citacar  
**Fuente:** Autor

En la Tabla 2.10 se presentan los resultados obtenidos de la simulación Bueran-Iglesia de Citacar. Debido a que la distancia es menor y ocupando la misma configuración de todos los enlaces presentados, se nota que el margen del enlace disminuye. Además, que aumenta el ángulo de inclinación. Nos podemos imaginar que la comunidad de Citacar se encuentra más cerca al cerro Buerán.

**Tabla 2. 10 Resultados de la Simulación de Enlace Cerro Buerán – Iglesia de Citacar**  
**Fuente:** Autor

Distancia del enlace	1.89 [Km]
Azimut	316.69 °
Angulo de Elevación	-12.342 °
PIRE	39 [dBm]
FSL	112.4 [dBm]
PL	123.2 [dBm]
Margen del Enlace	15.8 [dBm]

## **2.2 DISEÑO RED FTTH (FIBER TO THE HOME) CHONTAMARCA**

### **2.1.2 DISEÑO DE RED ÓPTICA (FEEDER) CHONTAMARCA**

En el diseño de la red Feeder, se hace uso de cable blindado de 12 hilos, pero este no se encuentra canalizado debido a la inexistencia de ductos en el sector. Actualmente se hace uso de 5 hilos para el sector centro de Chontamarca, pero se ha dejado una reserva de 7 hilos para futuro crecimiento de la red.

El inicio del Feeder se encuentra desde la torre de Chontamarca y va hasta el ODF ubicado dentro del centro de salud parroquial, cubriendo una distancia de 300m. A la salida del centro de salud se encuentra un armario, donde se sangran 5 hilos que abastecerá a 320 usuarios debido al doble nivel de Splitter (1x64).

## **2.3 TOPOLOGÍA DE RED DE DISTRIBUCIÓN PARA LA PARROQUIA DE CHONTAMARCA.**

El área de cobertura para brindar servicio de Internet con la Red GPON diseñada se encuentra limitado para el sector centro de Chontamarca (Figura. 2.9), el cual consta de 112 Familias en su cabecera cantonal.

Se distribuye el servicio a 112 usuarios en un distrito denominado CH\_01, cuyas NAP se encontrarán distribuidas desde un armario respectivamente. Debido a que la mayor parte la zona, referente a la cabecera cantonal, no se encuentra consolidada en su totalidad, presentando una tendencia de crecimiento en la construcción de nuevas viviendas, de manera que se ve en la necesidad de mantener reservas de puertos, para brindar servicio a futuros clientes.

El distrito cantonal posee doble nivel de Splitter de 1:8. El primer nivel se encuentra realizado en el armario. Cada hilo de fibra óptica (6 en total) tiene un Splitter, consiguiendo de esta manera 48 hilos que saldrán del armario hacia la distribución.

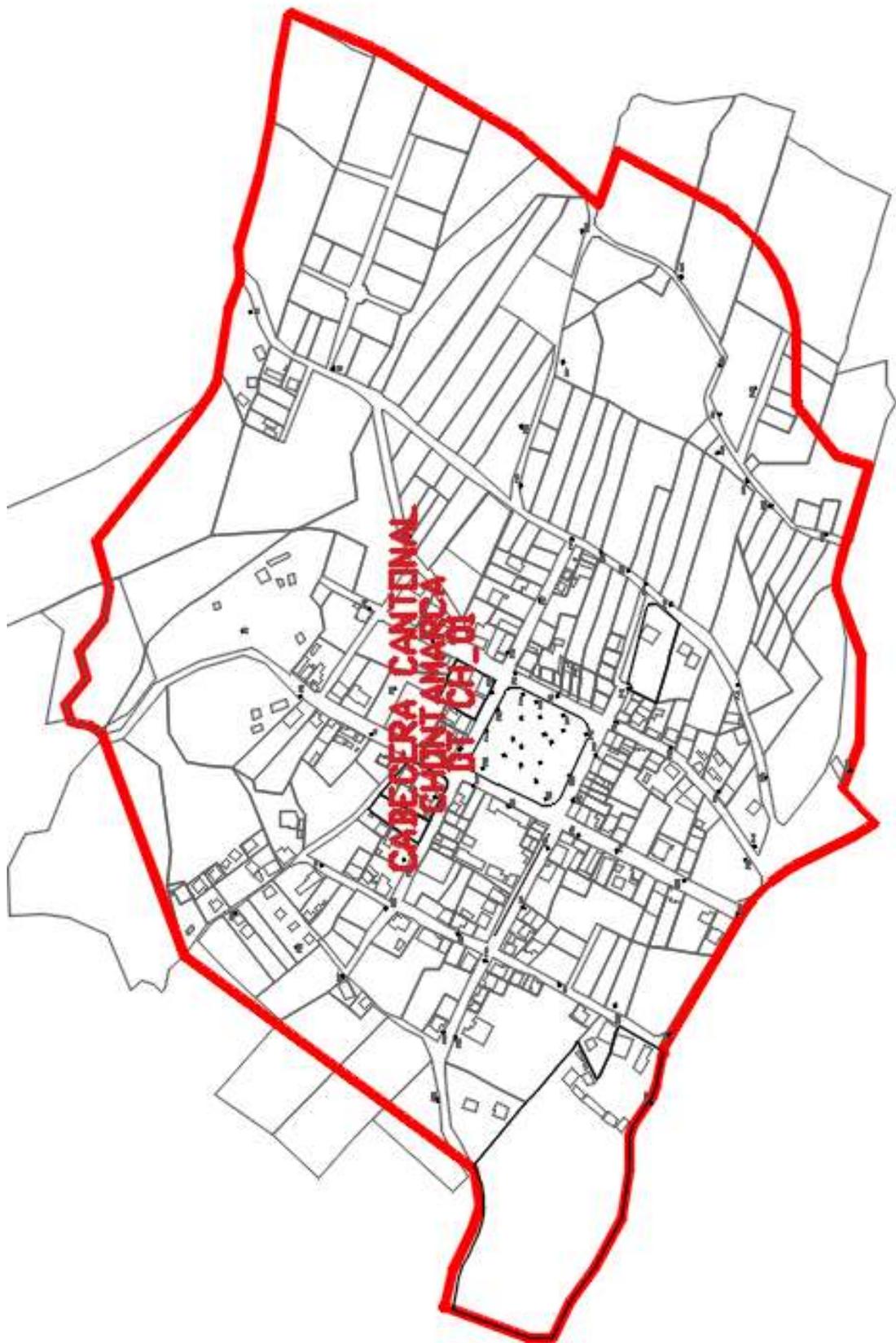


Figura 2.9 Distrito Chontamarca "DT CH\_01"

Fuente: Autor

Los 48 hilos se agrupan en 4 vanos de 12 hilos formando cuatro series nombradas con las letras A, B, C, (D Reserva). A su vez cada serie tendrá una NAP por hilo etiquetada con el nombre a la que pertenecen y el número de caja a la que corresponde, siendo la A1 la más lejana. En cada NAP se realiza el segundo nivel de Splitter de igual forma de 1:8 por lo que conseguimos un total de 64 usuarios para cada puerto de la OLT.

En el Diseño de la red distribución se considera un nivel de Splitter a 64 debido a las siguientes razones:

- Desde la OLT hasta la NAP más lejana la distancia no sobrepasa los 2 [km].
- Se optimiza el puerto de la OLT, además de la disminución del número de tarjetas.
- En la misma OLT, tiene la capacidad de aumentar más distritos, debido a la tasa de crecimiento del sector.
- Los usuarios al encontrarse compactos se ofrece un mejor diseño en la red dispersión a 64.

### **2.1.3 DISTRITO CANTONAL CHONTAMARCA “CH\_01”**

Este distrito está conformado por viviendas, escuelas, locales comerciales y entidades públicas. Presenta la característica de que la cabecera cantonal de Chontamarca no se encuentra canalizada, por lo que la red propuesta hace uso de postería de manera que la red de distribución es aérea y por las características de las calles, existen NAP con derivación. Referente al porcentaje de usuario se puede decir que está habitado en 73%, pero se prevé que a un futuro cercano se tendrán 250 familias.

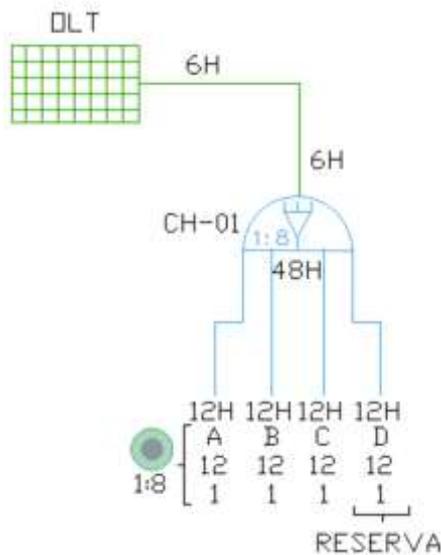


Figura 2. 10 *Diseño de Red Propuesto*  
Fuente: Autor

### 2.2.3 IDENTIFICACIÓN DE ABONADOS

Como se conoce, cada distrito está designado 6 hilos de fibra en el Feeder que va desde la OLT, éstos hilos se dirigen hacia el armario realizándose el primer nivel de Split (1:8), obteniendo 48 hilos de fibra post-split.

Estos hilos se agrupan en 4 vanos de 12 hilos, y cada vano conforma una serie (A, B, C, D). Por lo tanto, cada serie tiene 12 hilos, y cada hilo está conectado directamente a una NAP, por lo que se obtiene un total de 12 NAPs por serie.

Por último, cada NAP posee un Splitter (1:8) que viene a ser el segundo nivel de Splitter para realizar la conexión final al abonado.

Al poseer dos niveles de Splitter, cada puerto en las tarjetas de la OLT debe soportar 64 usuarios. Adicionalmente, como la red fue diseñada para 384 abonados, es necesario el uso de 1 tarjeta de 8 puertos.

Para la identificación de abonados, se ha propuesto la siguiente estructura de etiqueta:

**CH01-T1P1-AR01-HO11-A12-HO23-UserCode**

De donde:

- **CH01** (Chontamarca distrito 1): Indica en qué distrito está ubicado el armario.
- **T1P1** (Tarjeta 1 Puerto 1): Indica la tarjeta y el puerto de la OLT, en el cual está conectado los hilos de fibra que van hacia el armario.
- **AR01** (Armario 01): Indica a que armario está conectado dicho puerto de la OLT.
- **HO11** (Hilo óptico primer Split “Azul”): Indica el número o color de hilo de fibra después del primer Split realizado.
- **A12** (Series NAP): Indica la NAP a la cual está conectado el abonado.
- **HO23** (Hilo óptico segundo Split “Verde”): Indica el número o color de hilo de fibra después del segundo Split realizado en la NAP y que va dirigido hacia el usuario.
- **UserCode** (Código de Usuario): Indica el código de la ONT entregada al usuario final.

### 2.3.3 SURVEY

Este se implementará dentro del Centro de Salud el cual cuenta con servicio de guardianía y principalmente se encuentra ubicado en el centro de Chontamarca, de manera que esta localización brinda seguridad a los equipos y mejor prestación en cuanto a la distribución de la red se refiere, al estar ubicado dentro de la cabecera cantonal.

Los equipos de radio frecuencia y red de fibra óptica a implementar, sus características fueron detalladas anteriormente, nos obstante, la distribución en la habitación es la siguiente Anexo A.

### 2.4.3 PRESUPUESTO ÓPTICO.

El enlace de fibra óptica, como recomendación, no debe superar los 25dB de atenuación desde la salida de la OLT hasta la NAP más lejana. En caso de llegar a superar valores de atenuación mayores a los 25 dB, no se puede garantizar el funcionamiento adecuado del enlace.

Para verificar que el vano PON no presente valores de atenuación elevada (>25 dB) se consideran las pérdidas en el trayecto, debido a varios tipos de elementos que conforman el vano de fibra hacia la NAP más lejana. Estos elementos de atenuación, son los siguientes:

**Tabla 2. 11 Valores de Atenuación por Evento en Enlaces de Fibra Óptica**  
Fuente: Autor

Valores de atenuación FO		
TIPO	VALOR	UNIDAD
Spliteo 1:8	10,5	dB/u
Fusión	0,1	dB/u
Conector	0,5	dB/u
Distancia FO	0,35	dB/km

Basándonos en los valores de atenuación detallados en la Tabla 2.11, se procede a estimar los valores de pérdidas desde la OLT hasta la caja más lejana de cada serie en los 3 distritos.

**Tabla 2. 12 Presupuesto Óptico**  
Fuente: Autor

ELEMENTO	Cantidad	Atenuación típica Att(dB)	Total Att(dB)	
Conectores (mated) ITU671=0.5dB	4	0,5	2	
Empalmes de fusión ITU751=0.1db promedio	4	0,1	0,4	
Empalmes mecánicos ITU 751=0.1dB promedio	2	0,1	0,2	
Splitters	1x2	3,5	0	
	1x4	7	0	
	1x8	2	10,5	21
	1x16		14	0
	1x32		17,5	0
	1x64		21	0
Fibras longitudes de onda	1310nm	0,82	0,35	0,29
	1490nm		0,3	0
	1550nm		0,25	0
<b>TOTAL (dB)</b>			<b>23,89</b>	

Se puede comprobar, que el diseño de los enlaces de PON, no sobrepasan los 25dB de pérdida. Otro detalle a considerar es el doble nivel de spliteo, ambos de 1:8, llegando a ser la mayor atenuación presente en cada tramo.

## **2.4 TOPOLOGÍA DE RED DE DISTRIBUCIÓN PARA LA PARROQUIA DE CHOROCOYTE**

La distribución de la parroquia de Chorocoyte se realizará inalámbricamente, debido a que la densidad poblacional que no favorece para la creación una red GPON. Para la Red inalámbrica se diseña con dos tipos de antenas básicamente: Antenas Sectoriales y Antenas Omnidireccionales.

Iniciando la simulación con antenas Omnidireccionales, con la ayuda de Google Earth para mejor apreciación de la zona. En la Figura 2.11 se muestra en color amarillo el área de cobertura, la misma área abarca una buena parte de las dos comunidades, Centro Parroquial de Chorocoyte y Citacar.

La antena Omnidireccional de la Iglesia de Chorocoyte presentada en la topología de la Figura. 2.5. Fue desplazada pocos metros, hacia el GAD Parroquial. Debido a que por irregularidades en el terreno no cubría la mayor parte del Centro parroquial. Por otro lado, la Omnidireccional planteada para la Iglesia de Citacar se encuentra ubicada correctamente.

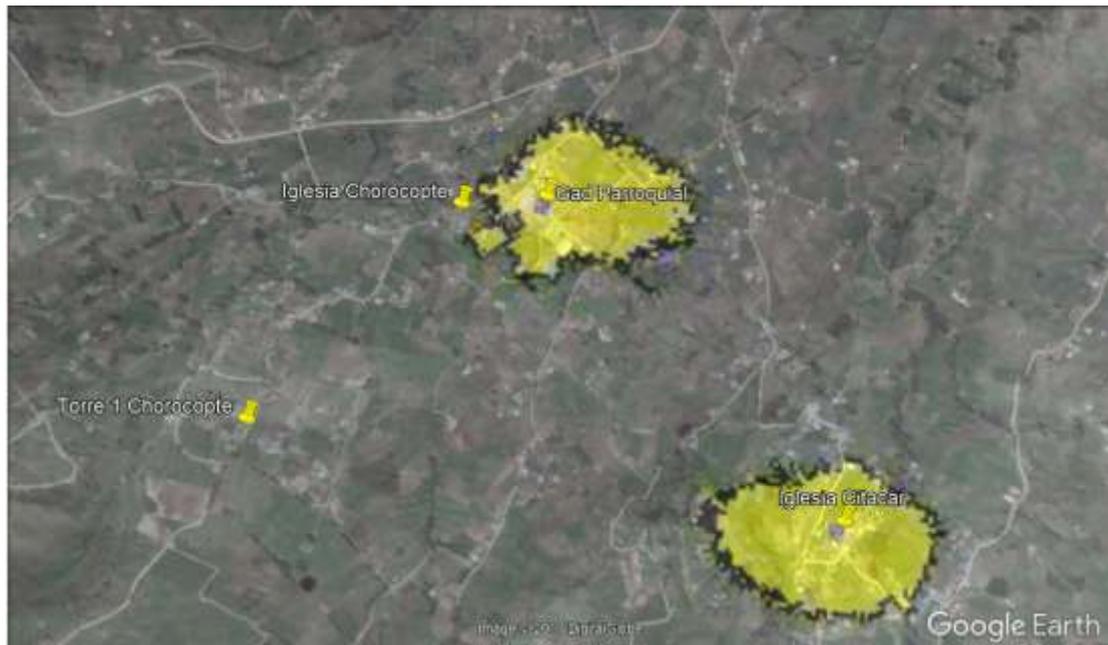


Figura 2. 11 Área de Cobertura con dos Antenas Omnidireccionales, en la Parroquia de Chorocote  
**Fuente:** Autor

Refiriéndose a la misma Figura 2.11. Se puede notar que existe gran parte de la población que se encontraría sin servicio. En este caso recurrimos a un punto más alto, ubicado en la Torre 1 de Chorocote, para simular una antena Sectorial.

En la Figura 2.12 se puede ver que, ocupando los tres sitios planteados para ubicación de antenas, se logra cubrir la mayor parte de la zona para brindar servicio de Internet.



Figura 2. 12 *Área de Cobertura con dos Antenas Omnidireccionales y una Sectorial, en la Parroquia de Chorocopte*

**Fuente:** Autor

## CAPÍTULO 3: ESTUDIO DE MERCADO

Un estudio de mercado es realizar una investigación profunda de campo, tanto de oferta como demanda, para tomar una decisión al momento de la creación de un producto o servicio. Este estudio abarca el conocimiento pleno de la oferta y demanda, fundamental para evitar que el servicio que vaya a brindar quiebre. Entre las características para analizar en el estudio se encuentran: la ubicación geográfica, análisis poblacional, situación socio económica, competencia, etc.

Con toda la información obtenida ya sea cualitativa o cuantitativa de los consumidores, permitirá brindarnos una visión favorable o desfavorable de acogida del servicio. Por otro lado, con la identificación de las fortalezas y debilidades de la competencia, se puede determinar métodos y estrategias que permitan destacar y diferenciar el servicio o producto para ubicarlo a un nivel competitivo en el mercado. Si nuestro servicio a ofrecer es Internet, por último, se estable un valor a la cantidad de megas que tendrá, acorde a la situación económica y precios del Megabyte del entorno que permita a la empresa ser rentable y sustentable.

Con lo descrito anteriormente, el siguiente capítulo se realiza una breve descripción de las parroquias de Chontamarca y Chorocopte respectivamente. Seguido de un análisis de oferta, demanda y costos, obtenidos de fuentes primarias. En la siguiente Figura 3.1 se detalla la manera en que se realiza el estudio de mercado de las encuestas realizadas.

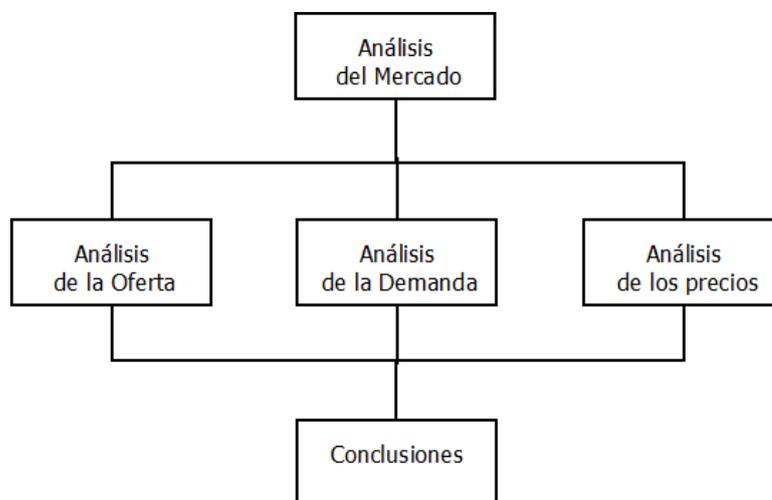


Figura 3. 1 *Diagrama del Estudio de Mercado*  
**Fuente:** Autor





Figura 3. 3 *Mapa Predial del Centro Parroquial de Chontamarca*

**Fuente:** *GAD Parroquial*

El área del mercado potencial delimitada por línea de color rojo en la Figura 3.3 no representa más del 10% del total de la Parroquia, como lo podemos ver en la Figura 3.4. El área de ingreso de la red de telecomunicaciones se encuentra apenas en la superficie de color verde.

De la misma Figura 3.4 se puede estimar la escalabilidad de una empresa de telecomunicaciones al brindar servicio en esta zona. Los puntos rojos, representan comunidades como: Chichil, Chontamarca Chico, Rumiurco, Gallorumi, Jalupata, Porotoloma, y Pampa de la Hacienda, con mayor densidad poblacional, a la vez que son cercanos al área de cobertura presentada en la Figura 3.3.

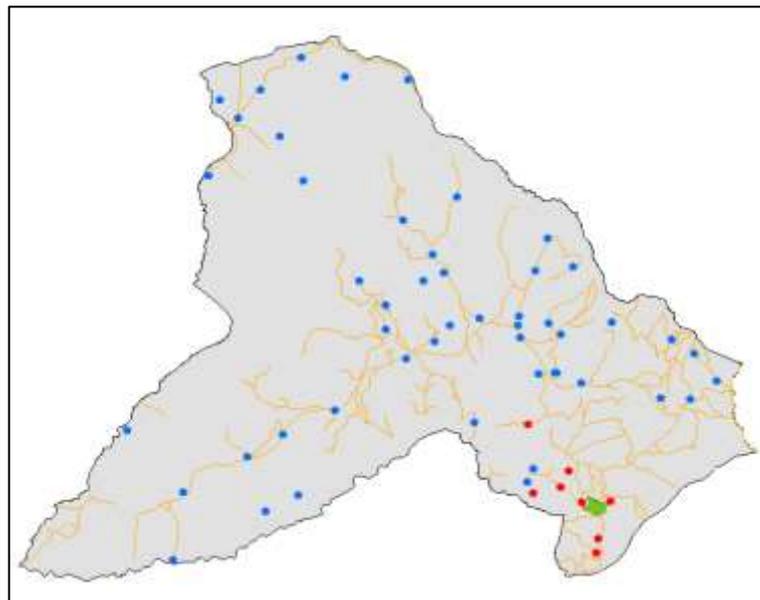


Figura 3. 4 *Ubicación Geográfica de las Comunidades de la Parroquia Chontamarca*

**Fuente:** *GAD Parroquial*

Las cincuenta y ocho comunidades que conforman Chontamarca, se encuentran habitadas por 4140 personas, como se puede apreciar de forma distribuida en la Figura 3.5. Esta es una pirámide progresiva, por tener una base ancha, con una cima angosta, indicando que la población crece rápidamente [4, 5]. Así mismo se puede observar que hombres y mujeres entre las edades de 0-9, y de 30-40 años en el 2010 presentan decrecimiento debido a la migración común en toda la zona [4, 5].

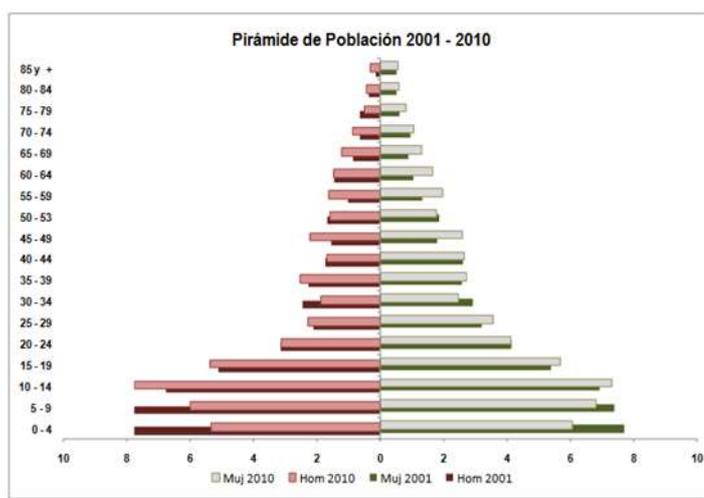


Figura 3. 5 Pirámide Poblacional de la Parroquia de Chorocopte  
Fuente: GAD Parroquial

Según el Censo del 2010, los habitantes de esta parroquia han tenido un incremento económico. Además que 1.428 personas que representan el 34,49% de la población total son económicamente activas [1].

El mismo Censo determina, que la educación, ha tenido un aumento de asistencia, tanto en la educación básica como en el bachillerato. En el periodo del 2001 al 2010 los porcentajes son: del 72.92% al 80,52% y del 14.97% al 43,97% en cada caso respectivamente [1].

El GAD parroquial debe estar preparado para el 2020, debido a las cifras significativas de incrementos en economía, educación, antes presentados y de población que está proyectada a 4.798 habitantes. Haciendo alusión a: infraestructura, fuentes de ingreso, tecnología, etc. [2].

### 3.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ANÁLISIS POBLACIONAL DE LA PARROQUIA CHOROCOPE

La parroquia de Chorocope se encuentra relativamente cerca del cantón Cañar, el acceso a esta, se encuentra en la vía Cañar - Tambo, de hecho, la cabecera cantonal, es uno de los límites de la parroquia, localizándose al norte, mientras que el cantón Biblián, se encuentra al sur, la parroquia de Honorato Vázquez al este, y finalmente Gualleturo al Oeste [26].

Es una población pequeña respecto a la analizada con anterioridad, con 35.16 [Km] de superficie, un número menor de comunidades, como se puede apreciar en la Figura 3.6 y con 3088 habitantes. La mejor densidad poblacional se encuentra en la mayoría de comunidades, tales como: Centro Parroquial, Lluillan, El Tretón, Citacar, Romerillo Alto y Bajo, Tomaloma, La Capilla [26].

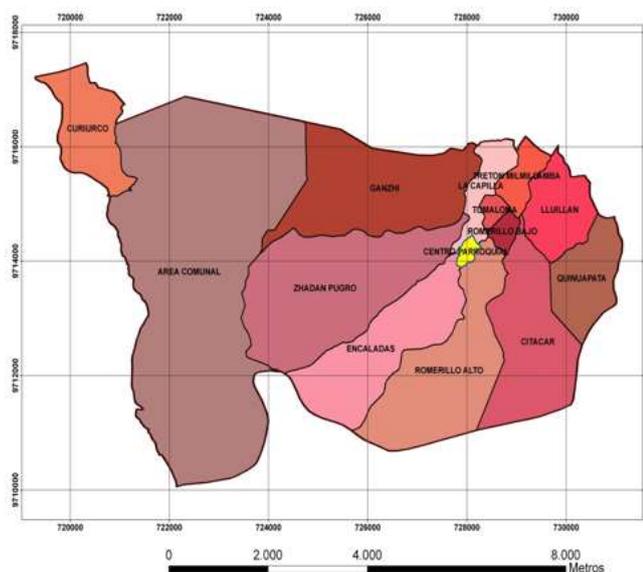


Figura 3. 6 Límites Comunitarios de la Parroquia de Chorocope  
Fuente: GAD Parroquial

El Centro Parroquial es el área escogida para el diseño y construcción de la red de Internet. Representado en la Figura 3.6 de color amarillo, con una ampliación en la Figura 3.7, donde se encuentra el esquema vial y predial, aspectos importantes para el diseño de la red.

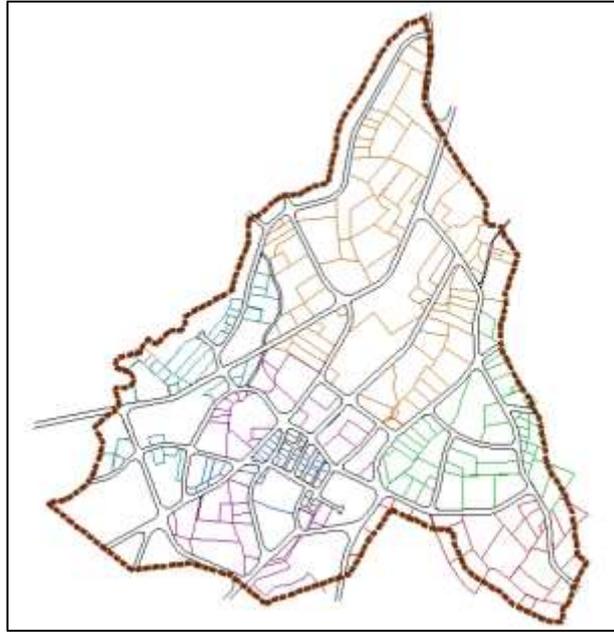


Figura 3. 7 *Mapa Predial del Centro Parroquial de Chorocopte*  
**Fuente:** GAD Parroquial

En la Figura 3.7 presentada se pueden contabilizar alrededor de cien casas, pero con la peculiaridad de que, solo en el centro se encuentran juntas. Las demás se encuentran separadas por terrenos y sembríos, motivo por el cual es idóneo una red inalámbrica.

No solo los cien hogares mencionados pueden tener acceso a Internet. En los alrededores existe la posibilidad de extender la cobertura. En la Figura 3.8 el punto grande de color rojo, representa la Figura 3.7. Con los siguientes puntos rojos de menor tamaño, representan comunidades que permiten la extensión de la red. Las comunidades presentan un gran número de habitantes, y son: Romerillo, Citacar, Lluillan, y Milmilpamba.

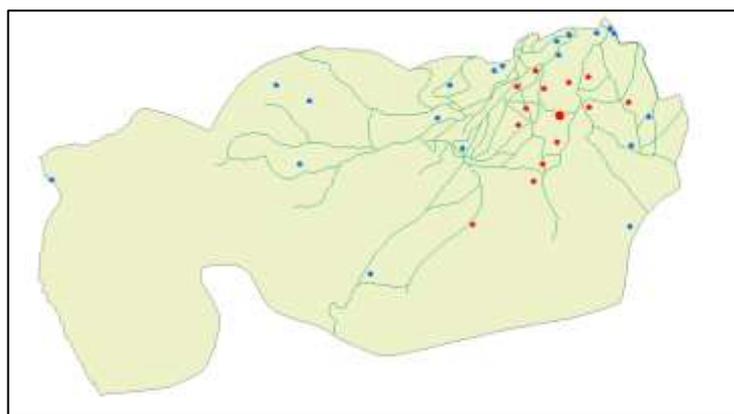


Figura 3. 8 *Ubicación Geográfica de las Comunidades de la Parroquia Chorocopte*  
**Fuente:** GAD Parroquial

En cuanto al factor económico que presentan las comunidades del sector, se puede observar en la Tabla 3.1. referente al sexo femenino, se tiene una tendencia similar de personas económicamente activas con una media del 25%. Hace diferencia el sexo masculino, que presentan una mayor actividad económica las personas que se encuentran 36 a 50 años, con un 30.13% al igual que las personas con más de 50 años con un 29,14%. Mientras que los hombres que se encuentran entre las edades 18 a 25 años, presentan un porcentaje ligeramente menor al de la media de las mujeres [2], [26].

**Tabla 3. 1 Población Económicamente Activa por Edad y Sexo**  
**Fuente:** GAD Parroquial

<b>Grupo</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Hombres</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Total</b>
18-25	92	21.60%	115	19.04%	207
26-35	99	23.24%	131	21.69%	230
36-50	122	28.64%	182	30.13%	304
50	113	26.53%	176	29.14%	289
<b>TOTAL</b>	<b>426</b>	<b>100%</b>	<b>604</b>	<b>100%</b>	<b>1030</b>

Aspectos como un mejor estado económico, facilidad de transporte, cercanía con el cantón Cañar, hace que la educación de esta parroquia tenga mejores índices de asistencia a unidades educativas. Pero que no se puedan desarrollar adecuadamente los alumnos, debido a la falta del recurso indispensable para ello, como es el Internet.

La Figura 3.9 muestra que el 98,4 % de la población no dispone de Internet según el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censo (INEC) [1].

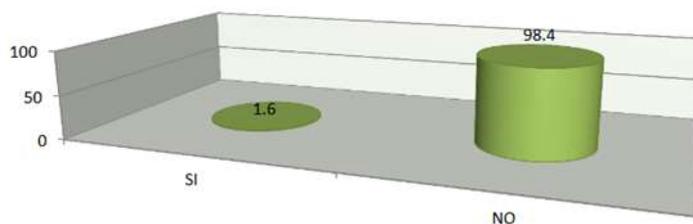


Figura 3. 9 Disponibilidad de Internet de la Parroquia Chorocopte

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censo

### 3.3 ENCUESTAS EN EL MERCADO POTENCIAL

#### 3.1.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS EN LA PARROQUIA DE CHONTAMARCA

Chontamarca véase en la Figura 3.10. presenta 112 familias en la cabecera cantonal, representadas con color verde la zona con mayor densidad poblacional, seguida del verde más claro y así sucesivamente hasta alcanzar el color amarillo.

Las encuestas realizadas en la zona de estudio presentada en la Figura 3.10 corresponde a un total de cincuenta y cuatro. Número calculado con una constante de confiabilidad de 1.96, desviación estándar de 0,52 y un error del 5%. Mencionado número de encuestados representan más de la mitad de hogares de la cabecera cantonal, presentando alto nivel de confiabilidad.

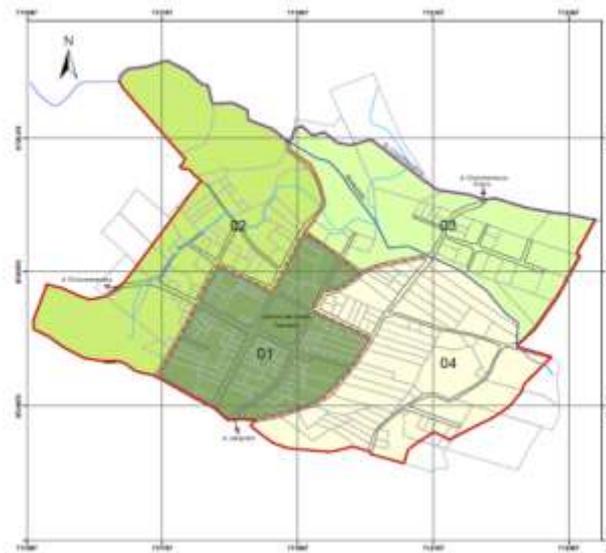


Figura 3. 10 *Densidad Poblacional por zonas de la Parroquia Chontamarca*  
**Fuente:** Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censo

De las cincuenta y cuatro familias encuestadas, el 87% por ciento no tienen servicio de Internet y apenas el 13% dispone del servicio, Figura 3.11. Se puede concluir que la falta de acceso a Internet es debido al difícil acceso a la parroquia por la distancia ya que, geográficamente se encuentra en un valle, escondido entre muy altos cerros.

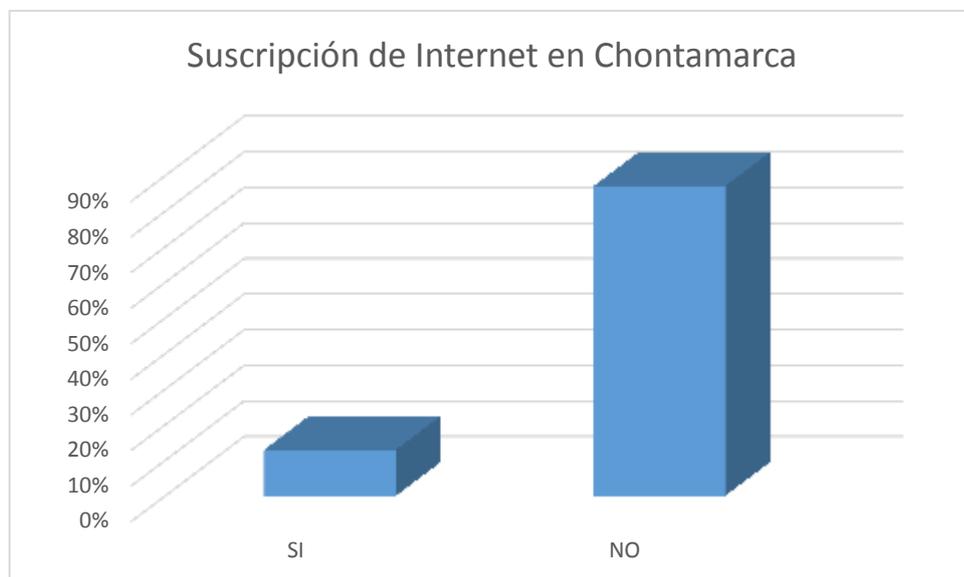


Figura 3. 11 *Personas Suscritas y no Suscritas a un Servicio de Internet*  
**Fuente:** Autor

De las personas que no poseen internet estarían dispuestas a contratar el servicio el 68% mientras que el 32% no lo contrataría, debido a las siguientes razones mostradas en la Figura 3.12. Se puede ver que un gran

porcentaje tiene acceso a Internet por medio de su celular, y las personas que contestan que “no utiliza” es debido a su edad adulta. Además, se puede recalcar que apenas 7% dice que el Internet es costoso.

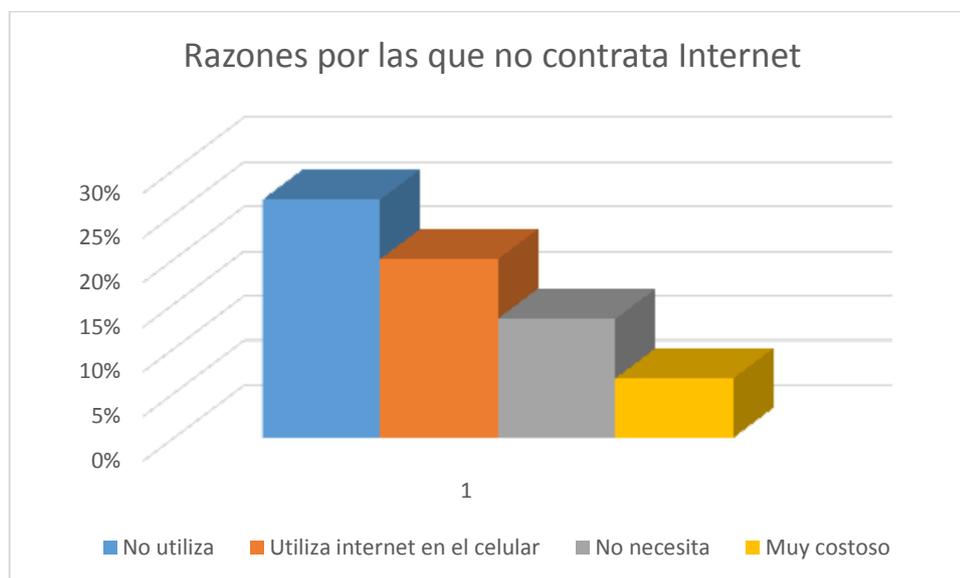


Figura 3. 12 Razones por las que No se Contrata Servicio de Internet en la Parroquia de Chontamarca  
Fuente: Autor

Los resultados presentados por las personas que desean instalar Internet en el Hogar, el 97% estarían dispuestas a pagar por el servicio de veinte a treinta dólares americanos mientras que, de treinta a cuarenta dólares americanos, solamente el 3%.

Sin embargo, las personas que cuentan con el servicio de Internet, que son minoría, todas han tenido problemas de conectividad. El 100% de usuarios están dispuestos a contratar otros proveedores, debido al bajo rendimiento presentado con el actual servicio, con más de cinco inconvenientes por mes.

### 3.2.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS EN LA PARROQUIA DE CHOROCOPE

El centro parroquial de Chorocope es el que tiene la mayor densidad poblacional, como se lo puede apreciar en el mapa de la Figura 3.13. Desde el centro de color rojo mostrado, presentan mayor densidad poblacional,

expandiéndose hacia el color amarillo con menor densidad. En conjunto dentro del límite de estudio, existen cien familias.

Existiendo un número relativamente bajo de familias, se procede a realizar en la zona sesenta y ocho encuestas. Las encuestas presentan un alto nivel de confiabilidad, debido a que representan el 68% de la población parroquial. Lugar donde se desarrollará el diseño de la red, para ofrecer servicio de Internet.

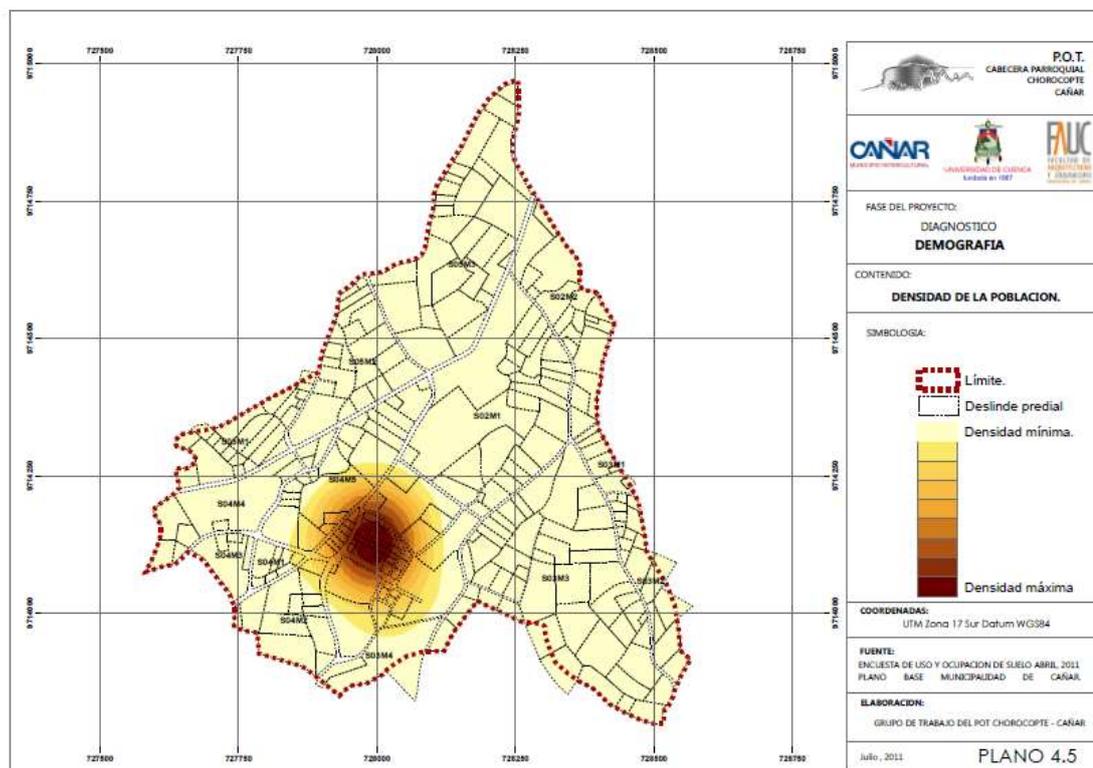


Figura 3. 13 *Densidad Poblacional de la Parroquia de Chorocoite*  
**Fuente:** GAD Parroquial

En el área delimitada en la Figura 3.13. Tienen una suscripción de internet en el hogar de 41% representando a 28 hogares. Mientras que las personas que no poseen el servicio de Internet, es del 59%, que representa a 40 familias. En la siguiente Figura 3.14 se detalla lo mencionado.

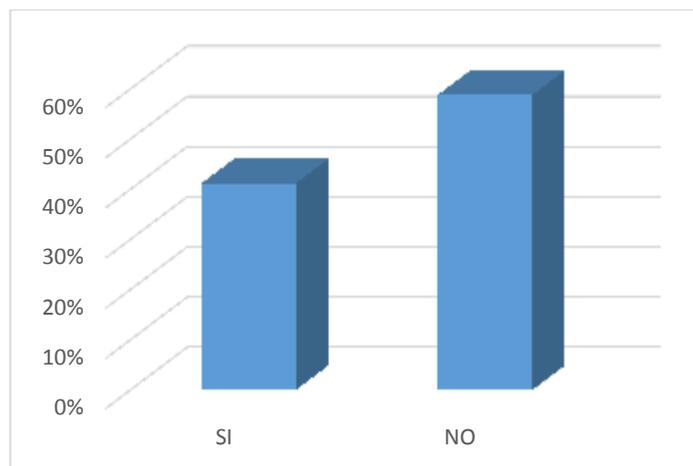


Figura 3. 14 *Suscripción de Internet en Parroquia de Chorocopte*  
**Fuente:** Autor

El mercado potencial son las familias que no poseen un servicio de Internet. De los 40 hogares que no presentan suscripción de Internet, el 70% está de acuerdo en adquirir el servicio, mostrado en la Figura 3.14. El restante 30% no contrataría el servicio debido a las siguientes razones en orden de mayor recurrencia. Son personas de edad avanzada que no requieren el servicio, la economía del hogar es baja, y ocupan el Internet de un Cyber o de algún familiar.

En cuanto a las personas que estarían dispuestas a implementar el servicio, están de acuerdo en contratar un plan básico de Internet, de veinte a treinta dólares americanos un 96%, mientras que solo 4% cancelaría un valor de treinta a cuarenta dólares americanos como se muestra en la Figura 3.15.

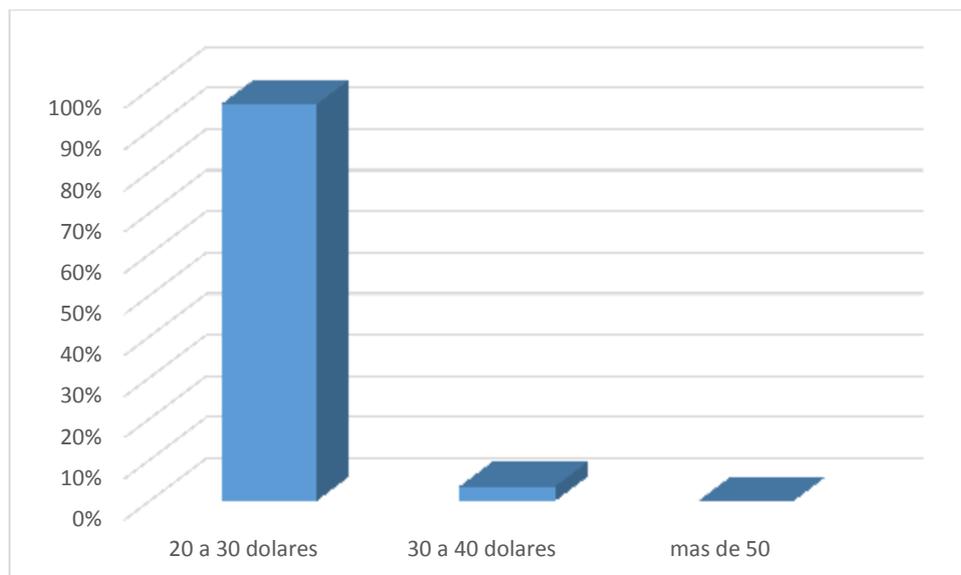


Figura 3. 15 *Valor Económico a Cancelar por un Servicio de Internet en la Parroquia Chorocopte*

**Fuente:** Autor

En cuanto a las personas que ya poseen un servicio de Internet en su hogar, se verifica si se encuentran a gusto con su proveedor del servicio. Los usuarios informan que tiene problemas de conectividad por mes, en un 77%. Además, el 50% de encuestados informa que no tienen servicio de una a tres veces por mes. El 5% dice que se cae la conectividad de tres a cinco veces, y el 45% concluye que no tienen el servicio en una cantidad mayor a cinco veces cada mes. Ver en la Figura 3.16.

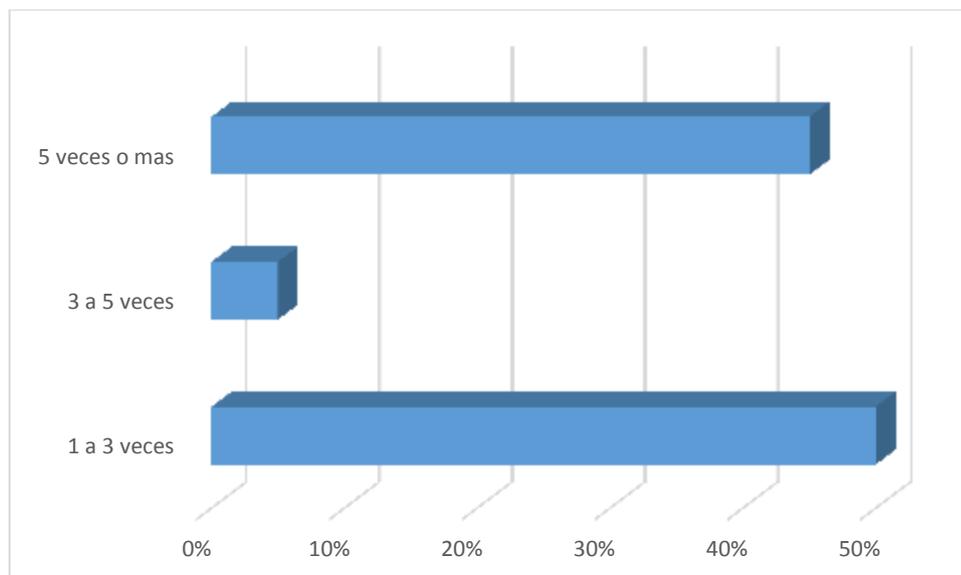


Figura 3. 16 *Incidencia de Personas que Tienen Servicio de Internet Defectuoso en la Parroquia Chorocopte*

**Fuente:** Autor

Debido a la inconformidad existente con los proveedores de Internet de la zona, el 86% de las de los usuarios están dispuestos a contratar otro proveedor que les garantice un servicio de calidad. Cancelando un valor promedio de veinticinco dólares americanos por Internet mensual.

Refiriéndose finalmente a la competencia en el lugar, existen tres empresas que dominan el mercado en la parroquia de Chorocopte. Son mostradas en la Figura 3.17 con el siguiente orden de mayor a menor influencia.

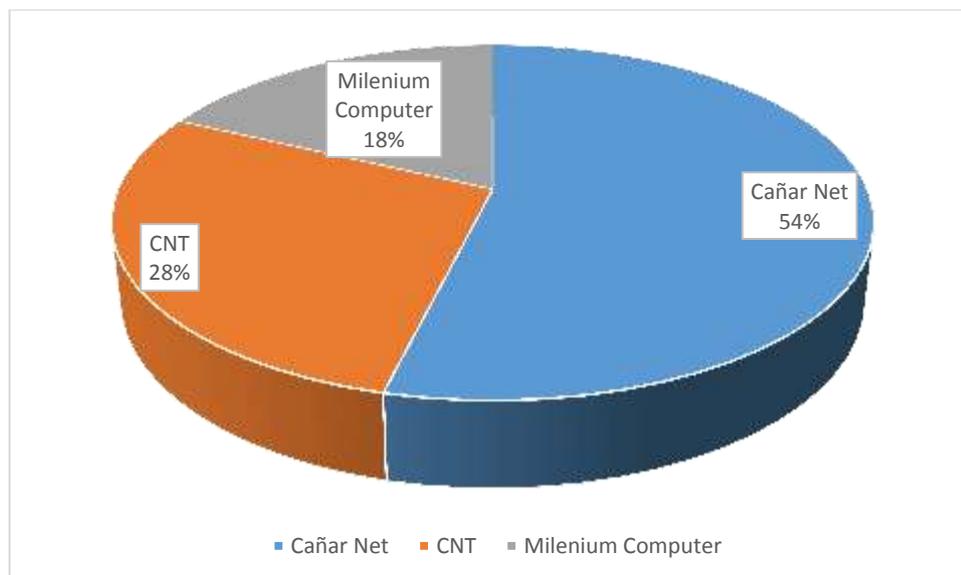


Figura 3. 17 Proveedores de Internet en la Parroquia Chorocopte

Fuente: Autor

### 3.3.3 ANÁLISIS TOTAL DE LA DEMANDA CON FUENTES PRIMARIAS

Las preguntas de las encuestas fueron encaminadas a cuantificar el número de familias que se encuentran suscritas a un servicio de Internet, el ancho de banda contratado. En la Tabla 3.2 se muestra que las personas que no tienen internet y desean el servicio.

Tabla 3. 2 Demanda Potencial

Fuente: Autor

Parroquias	Hogares que requieren servicio
Chontamarca	47
Chorocopte	28

En la siguiente tabla se muestra las familias que, si tienen servicio de internet y estarían dispuestas a contratar el servicio de otro proveedor, la cantidad de megas contratado, y finalmente el valor que cancelan por el servicio.

**Tabla 3. 3 Demanda Dispuestas a Cambiarse de Proveedor de Servicio**

Fuente: *Autor*

Parroquias	Hogares con Internet	Megas contratados	Valor Cancelado
Chontamarca	2	3 [Mbps]	\$ 25
Chorocopte	24	3 [Mbps]	\$ 25

El total de demanda inicial, para el presente proyecto es la siguiente:

**Tabla 3. 4 Demanda Potencial Total**

Fuente: *Autor*

Parroquias	Demanda
Chontamarca	49
Chorocopte	52
<b>Total</b>	<b>101</b>

### **3.4.3 ANÁLISIS TOTAL DE LA DEMANDA CON FUENTES SECUNDARIAS PARA LA PARROQUIA DE CHONTAMARCA.**

Con la proyección poblacional dado por el INEC en el censo del 2010, se muestran los datos en la Tabla 3.5. Donde se toman desde el presente año, hasta el 2022 el crecimiento poblacional. El cálculo de hogares se realiza según el mayor porcentaje de miembros por familia, siendo de cuatro habitantes, según el mismo censo.

**Tabla 3. 5 Proyección de la Demanda de la Parroquia de Chontamarca con Porcentaje de Crecimiento Poblacional del 5%**

Fuente: *Autor*

Años	Número de Habitantes	Número de hogares total parroquia	Número de hogares que requieren el servicio de Internet	Porcentaje de crecimiento
2017	4287	1072	49	4,57%
2018	4308	1077	103	9,57%
2019	4330	1083	158	14,57%
2020	4352	1088	213	19,57%
2021	4374	1094	269	24,57%
2022	4396	1099	325	29,57%

El número de hogares que se pretende brindar servicio de Internet es inicialmente de 49, debido a los resultados analizados en la Tabla 3.5. Con un crecimiento optimista del 5% anual, hasta alcanzar en el año 2022 los 325 hogares, que representa el 29,57% de la totalidad de hogares de la parroquia de Chontamarca.

En otra instancia con una proyección pesimista de tan solo el 2.5% anual, se tiene los siguientes resultados mostrados en la Tabla 3.6. Se puede notar que el número hogares que se pretende proveer de servicio de Internet alcanza para el 2022 solamente 188, con un mismo número de viviendas inicial.

**Tabla 3. 6 Proyección de la Demanda de la Parroquia de Chontamarca con Porcentaje de Crecimiento Poblacional del 2.5%**

**Fuente:** Autor

Años	Número de Habitantes	Número de hogares total parroquia	Número de hogares que contarán con servicio de Internet	Porcentaje de crecimiento
2017	4287	1072	49	4,57%
2018	4308	1077	76	7,07%
2019	4330	1083	104	9,57%
2020	4352	1088	131	12,07%
2021	4374	1094	159	14,57%
2022	4396	1099	188	17,07%

### **3.5.3 ANÁLISIS TOTAL DE LA DEMANDA CON FUENTES SECUNDARIAS PARA LA PARROQUIA DE CHOROCOPE.**

La proyección anual de Chorocope, tiene similar tasa de crecimiento, con cuatro miembros por hogar. Los datos calculados se muestran en la Tabla 3.7.

**Tabla 3. 7 Proyección de la Demanda de la Parroquia de Chorocope con Porcentaje de Crecimiento Poblacional del 5%**

**Fuente:** Autor

Años	Número de Habitantes	Número de hogares total parroquia	Número de hogares que contarán con servicio de Internet	Porcentaje de crecimiento
2017	3199	800	52	6,50%
2018	3215	804	92	11,50%
2019	3231	808	133	16,50%
2020	3247	812	175	21,50%
2021	3263	816	216	26,50%
2022	3279	820	258	31,50%

Los datos muestran que con un número inicial de hogares por proveer servicio de Internet según la Tabla 3.7 de la parroquia Chorocope y con un

crecimiento optimista del 5% anual se pretende alcanzar 258 hogares. En el 2022 lo hogares que dispondrán del servicio representan el 31.5 % de los 820 hogares proyectados.

Con un crecimiento pesimista de apenas el 2.5% anual, con un mismo valor inicial de hogares, se debería alcanzar a cubrir el servicio a 114 hogares. Véase en la Tabla 3.8. Estos representan el 19% de la totalidad de hogares que se proyecta existirán en el 2022.

**Tabla 3. 8 Proyección de la Demanda de la Parroquia de Chorocopte con Porcentaje de Crecimiento Poblacional del 2.5%**  
Fuente: *Autor*

Años	Número de Habitantes	Número de hogares total parroquia	Número de hogares que contarán con servicio de Internet	Porcentaje de crecimiento
2017	3199	800	52	6,50%
2018	3215	804	72	9,00%
2019	3231	808	93	11,50%
2020	3247	812	114	14,00%
2021	3263	816	135	16,50%
2022	3279	820	156	19,00%

### 3.4 COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

Los costos para el proyecto se lo realizaran por separado, debido a que son dos poblaciones diferentes a las que se les pretende prestar el servicio. Utilizando para cada una de ellas diferentes tecnologías de distribución, como la inalámbrica para Chorocopte y fibra óptica para la parroquia de Chontamarca.

En primera instancia se detallan los costos para la red Inalámbrica de la parroquia de Chorocopte, estableciendo posibles escenarios que permitan un análisis efectivo de los costos a emplearse. De igual forma se establece los costos a ser aplicados en la red FTTx de la parroquia de Chontamarca.

### 3.1.4 COSTOS DE LA RED INALÁMBRICA PARA LA PARROQUIA DE CHOROCOYTE.

#### 3.1.4.1 Costos Directos

En la siguiente Tabla 3.10 se presenta los costos directos para la construcción de la red que dará servicio de Internet a la parroquia de Chorocoyte. Para el análisis se procede a elaborar una proyección de la producción del servicio con un horizonte de cinco años. Como se demuestra a continuación.

**Tabla 3. 9 Plan de Producción**

Fuente: *Autor*

PLAN DE PRODUCCION		
Años	Producción Anual	% de Crecimiento
1	129	
2	217	68%
3	332	53%
4	468	41%
6	622	33%

**Tabla 3. 10 Costos Directos de Producción para la Red Inalámbrica de la Parroquia Chorocoyte**

Fuente: *Autor*

PERÍODO	1	2	3	4	5
<i>Tasa incremento anual producción</i>		68%	53%	41%	33%
<b>COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCION</b>					
Mano obra directa	9.882,40	9.882,40	9.882,40	9.882,40	9.882,40
Materias Primas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>subtotal</b>	9.882,40	9.882,40	9.882,40	9.882,40	9.882,40

**Mano de Obra Directa.** - La mano de obra directa es el factor necesario para la transformación del servicio. Para ello se ha considerado el sueldo y los beneficios sociales contemplados en la legislación vigente, de acuerdo al siguiente detalle:

**Tabla 3. 11 Mano de Obra Directa de la Red Inalámbrica para la Parroquia de Chorocopte**  
Fuente: Autor

CARGO	SUELDO MENSUAL	TOTAL ANUAL	XIII SUELDO	XIV SUELDO	FONDOS DE RESERVA	VACAC	APORTE PATRONAL (SETEC-IECE)	COSTO TOTAL	COSTO MENSUAL
Supervisor de Planta	600,00	7.200,00	600,00	386,00	500,00	300,00	896,40	9.882,40	823,53

**Materiales.** - Se denomina materiales a todos los suministros que se encuentran dentro de la LAN que se utilizará en cada uno de los beneficiarios del servicio. Los siguientes son los suministros necesarios a ser instalados en cada uno de los usuarios.

Los Materiales de la Tabla 3.12 se cargan como inversión de la empresa de Telecomunicaciones como estrategia de mercado. Luego de un análisis se determina que tanto el costo de materiales, sumado al costo de instalación, es elevado para la situación económica de la parroquia.

**Tabla 3. 12 Materiales de la Red Inalámbrica para la Parroquia de Chorocopte**  
Fuente: Autor

Producto	cantidad	costo unitario	costo total
Antenas Rocket M5	129	S/ 80,00	S/ 10.320,00
Pedestal	129	S/ 10,00	S/ 1.290,00
Wireless	129	S/ 31,00	S/ 3.999,00
Rollos de cat 5 Interiores	129	S/ 15,00	S/ 1.935,00
Otros	129	S/ 5,00	S/ 645,00

#### 3.2.4.1 Costos Indirectos de fabricación

Los costos indirectos son aquellos que no son atribuibles, ni a la mano de obra directa ni a los materiales directos. En nuestro caso no se calcula este tipo de costos en razón de ser un servicio.

### 3.2.4 COSTOS DE LA RED FTTH PARA LA PARROQUIA DE CHONTAMARCA.

#### 3.1.4.2 Costos Directos

Bajo el mismo esquema señalado para el análisis de los costos directos de la parroquia de Chorocopte a continuación se expresa los

costos necesarios para la instalación de la LAN en la parroquia Chontamarca.

**Tabla 3. 13 Plan de Producción**

Fuente: Autor

PLAN DE PRODUCCION		
Años	Producción Anual	% de Crecimiento
1	125	
2	229	83%
3	359	57%
4	517	44%
6	703	36%

Como se puede observar el crecimiento de la producción es diferente al análisis anterior debido a que la población de acuerdo al análisis de la demanda es mayor.

**Tabla 3. 14 Costos Directos de Producción para la Red FTTx de la Parroquia Chontamarca**

Fuente: Autor

PERÍODO	1	2	3	4	5
<i>Tasa incremento anual producción</i>		83%	57%	44%	36%
<b>COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCION</b>					
Mano obra directa	8.383,00	8.383,00	8.383,00	8.383,00	8.383,00
Materias Primas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>subtotal</b>	8.383,00	8.383,00	8.383,00	8.383,00	8.383,00

**Mano de Obra Directa.** - Se considera los mismos parámetros utilizados para el servicio en la parroquia de Chontamarca, considerando dentro de la mano de obra como puesto funcional a un cablista de acuerdo a la naturaleza de la distribución del servicio.

**Tabla 3. 15 Mano de Obra Directa de la Red FTTx para la Parroquia de Chontamarca.**

Fuente: Autor

CARGO	SUELDO MENSUAL	TOTAL ANUAL	XIIISUELDO	XIV SUELDO	FONDOS DE RESERVA	VACAC	APORTE PATRONAL (SETEC-IECE)	COSTO TOTAL	COSTO MENSUAL
CABLISTA	500,00	6.000,00	500,00	386,00	500,00	250,00	747,00	8.383,00	698,58

**Materiales.** - En lo referente a los materiales, al ser una red pasiva los materiales a utilizarse son los siguientes. De igual forma estos se encuentran cargados a la parte de inversión de la empresa de Telecomunicaciones

**Tabla 3. 16 Materiales de la Red FTTx para la Parroquia de Chontamarca**  
Fuente: Autor

Producto	cantidad	costo unitario	costo total
HUAWEI GPON ONT HG8245	125	S/ 80,00	S/ 10.000,00
CONFIGURACIÓN EQUIPO ONT	125	S/ 3,21	S/ 401,25
ROSETA	125	S/ 0,54	S/ 67,50
INSTALACIÓN CLIENTE FINAL	125	S/ 25,00	S/ 3.125,00
OTROS	125	S/ 5,00	S/ 625,00
<b>Total Materiales</b>			<b>S/ 14.218,75</b>

### 3.1.4.2 Costos Indirectos de fabricación

Al igual que la red inalámbrica por la naturaleza del servicio no se considera costos indirectos de fabricación

### 3.3.4 COSTO CONSOLIDADO PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIO EN LAS PARROQUIAS DE CHOROCOPTE Y CHONTAMARCA

Con el objeto de conocer el costo real de la prestación del servicio en las dos parroquias se procede a consolidar los costos de producción. Para ello se presenta el siguiente plan de producción:

**Tabla 3. 17 Plan de Producción Consolidado**  
Fuente: Autor

PLAN DE PRODUCCION CONSOLIDADO		
Años	Producción Anual	% de Crecimiento
1	254	
2	445	76%
3	691	55%
4	985	43%
6	1.325	35%

**Tabla 3. 18 Costos Directos de Producción para la Red Consolidada**  
Fuente: Autor

PERÍODO	1	2	3	4	5
<i>Tasa incremento anual producción</i>		76%	55%	43%	35%
<b>COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCION</b>					
Mano obra directa	18.265,40	18.265,40	18.265,40	18.265,40	18.265,40
Materias Primas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>subtotal</b>	18.265,40	18.265,40	18.265,40	18.265,40	18.265,40

**Mano de Obra Directa.** - En base al plan de producción se establecieron los siguientes costos, referentes a la mano de obra, mismo que se expresan a continuación.

**Tabla 3. 19 Mano de Obra Directa de la Red Consolidada**

Fuente: Autor

CARGO	SUELDO MENSUAL	TOTAL ANUAL	XIII SUELDO	XIV SUELDO	FONDOS DE RESERVA	VACACIONES	APORTE PATRONAL (SETEC-IECE)	COSTO TOTAL	COSTO MENSUAL
CABLISTA	500,00	6.000,00	500,00	386,00	500,00	250,00	747,00	8.383,00	698,58
SUPERVISOR DE PLANTA	600,00	7.200,00	600,00	386,00	500,00	300,00	896,40	9.882,40	823,53

### 3.5 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

#### 3.1.5 PUNTO DE EQUILIBRIO PARA LA PARROQUIA DE CHOROCOPE

Se realiza una clasificación de los costos, en fijos y variables. En la Tabla 3.20 el detalle.

**Tabla 3. 20 Costos Fijos y Variables Red Inalámbrica para la Parroquia de Chorocope**

Fuente: Autor

Concepto	Costos Fijos	Costos Variables
Mano obra directa	823,53	
Sueldo Gerente	1.131,77	
Megas internet		400,00
Servios profesionales Contador	80,00	
Energia Elèctrica	50,00	
Arriendo mamposteria	100,00	
Ser. Telefono	31,00	
Gastos de Oficina	100,00	
Depreciaciones	468,08	
Gastos Financieros	398,80	
<b>Total</b>	<b>3.183,19</b>	<b>400,00</b>

Los datos que permiten calcular el Punto de Equilibrio se muestra en la Tabla 3.21.

**Tabla 3. 21 Datos para calcular el Punto de Equilibrio de la Parroquia de Chorocopte**  
**Fuente: Autor**

DATOS		
Precio de Venta. Uni (P)		26
Unidades Vendidas		129
Ingreso Total		3354
Costo Fijo Total (CFT)		3.183,19
Costo Variable Total (CVT)		400,00
Costo Variable Unitario (CVU)		3,10077519
Cantidad de Equilibrio	$CFT / (P-CVU)$	139,008554

A continuación, se muestra la representación de manera gráfica el punto de equilibrio. En la Figura 3.18 la línea de color violeta representa los costos totales, y la línea azul los ingresos. La intersección de las dos curvas mencionadas es el punto de equilibrio. Los costos totales y los ingresos se intersectan en el valor de 139. Ciento treinta y nueve usuarios es la cantidad mínima requerida para dar servicio de internet, para que la empresa no genere pérdidas.



**Figura 3. 18 Punto de Equilibrio para la Parroquia Chorocopte**  
**Fuente: Autor**

### 3.2.5 PUNTO DE EQUILIBRIO PARA LA PARROQUIA DE CHONTAMARCA

Los datos varían para esta parroquia, debido que es una misma empresa, se omiten algunos como el sueldo de gerente, gastos de movilización etc. El detalle se puede ver en la Tabla. 3.22.

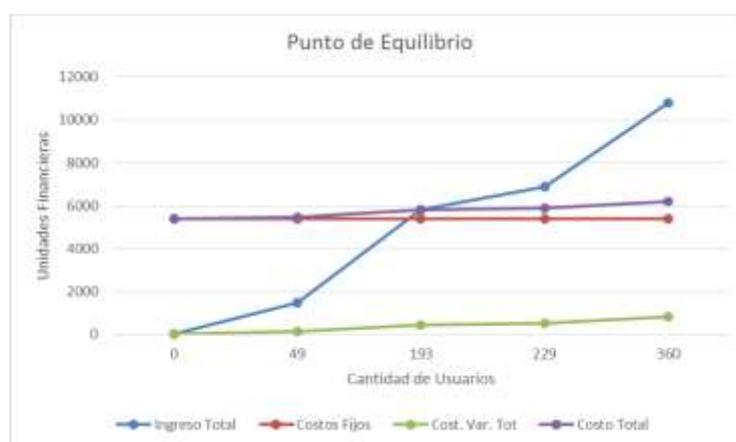
**Tabla 3. 22 Costos Fijos y Variables de la Red de FO para la Parroquia de Chontamarca**  
Fuente: Autor

Concepto	Costos Fijos	Costos Variables
Mano obra directa	8383,00	
Sueldo Gerente	0,00	
Megas internet	0,00	40.500,00
Servios profesionales Contador	0,00	
Energia Elèctrica	600,00	
Arriendo mamposteria	2.400,00	
Ser. Telefono	0,00	
Gastos de Oficina	3.600,00	
Depreciaciones	4.161,89	
Gastos Financieros	4.785,64	
<b>Total</b>	<b>1.994,21</b>	<b>3.375,00</b>

Algunos datos adicionales con los que se calcula el Punto de equilibrio se encuentran a continuación.

**Tabla 3. 23 Datos para calcular el Punto de Equilibrio de la Parroquia de Chontamarca**  
Fuente: Autor

DATOS	
Precio de Venta. Uni	30
Unidades Vendidas	125
Ingreso Total	3750
Costo Fijo Total	1.994,21
Costo Variable Total (CVT)	3.375,00
Costo Variable Unitario	27
Cantidad de Equilibrio	$CFT / (P-CVU)$
	664,737157



**Figura 3. 19 Punto de Equilibrio para la Parroquia Chontamarca**  
Fuente: Autor

### **3.6 PROPUESTA DE PRECIO PARA LA VENTA DE MEGABYTE DE SERVICIO**

Tomando como referencia el precio que se mantiene en las parroquias de Chorocopte y Chontamarca. El valor de Megabyte es de 25 dólares americanos por el plan básico de tres Megabytes referente a redes con acceso del usuario inalámbrico. Por otro lado, según el resultado de las encuestas realizadas a las dos parroquias, las personas no están de acuerdo en pagar un mayor valor por el servicio.

Sin embargo, en el proyecto desarrollado, se ha contabilizado con un valor de 26 dólares americanos para la red de inalámbrica. Un valor de 30 dólares americanos para la red de Fibra Óptica debido a que tiene mayor ancho de banda y mayor costo de equipos.

## **CAPÍTULO 4: ANÁLISIS Y RESULTADOS**

En este capítulo se realiza un análisis económico referente a los resultados obtenidos primero por estudio técnico realizado y segundo por el mercado potencial. Se presenta un análisis de costo beneficio del proyecto global. De igual forma dividido en cada provincia para discutir las diferencias presentadas.

### **4.1 ANÁLISIS ECONÓMICO**

Para el caso del proyecto desarrollado se tiene dos formas de análisis. Los dos métodos presentarían los cambios más relevantes para verificar la factibilidad para la creación de la empresa. El primero es modificando los costos de operación y producción. El segundo es con el cambio en número de población a la cual satisfacer. Se pueden dar las modificaciones según el crecimiento poblacional, como también por los objetivos ambiciosos de la empresa para satisfacer a una mayor o menor parte del mercado.

Se ha optado por la segunda alternativa para el análisis. Debido a que la primera opción esta tomado con los valores económicos bajos de los equipos. Se pidió proformas a distribuidores y proveedores de los equipos necesarios para dar servicio de Internet.

Para proceder a realizar un análisis con escenarios, en los cuales se incrementan los usuarios de cada parroquia, es necesario primero analizar el valor total de la inversión para la red de acceso a Internet. Se detalla en la Tabla 4.1.

**Tabla 4. 1 Inversión Total del Proyecto**

Fuente: *Autor*

<b>Preinversión</b>	<b>3.540,45</b>
Estudio	3.540,45
<b>Obra Civil</b>	<b>90.864,90</b>
Instalaciones Chontamarca FO	27.700,15
Instalaciones Chorocopte Inalambrica	17.057,00
Instalaciones Domiciliarias	32.407,75
Caseta 1 Chontamarca	2.600,00
Caseta 2 Chorocopte	2.600,00
Cerramiento (36 m <sup>2</sup> ) Chorocopte	500,00
Terreno (caseta Chorocopte)	8.000,00
<b>Equipamiento</b>	<b>14.650,00</b>
Muebles y Enseres	800,00
Software de gestión	2.500,00
Software de Facturación	2.500,00
Equipo de computo	850,00
Vehículo	8.000,00
<b>TOTAL INVERSIÓN FIJA</b>	<b>109.055,35</b>

De la Tabla 4.1 presentada se tiene valores de instalaciones tanto para la parroquia de Chontamarca y Chorocopte. Estas hacen referencia a la red principal es decir la red que se dirige desde el proveedor, a los nodos principales y posteriormente de los nodos principales a los nodos secundarios. Las instalaciones domiciliarias hacen referencia a los equipos que serán instaladas dentro de las viviendas como estrategia de mercado que adoptará la empresa.

#### **4.1.1 ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LA PARROQUIA DE CHOROCOPTTE.**

##### **4.1.1.1 Ingresos**

Según el plan de producción de la Tabla 3.9 explicado anteriormente, se puede augurar los ingresos, que puede tener una empresa de Telecomunicaciones al brindar servicio de Internet en la parroquia de Chorocopte. Los ingresos previstos por año con un índice pesimista de crecimiento poblacional del 2.5% se detalla en la Tabla 4.2.

**Tabla 4. 2 Ingresos por Prestación del Servicio de Internet con el 2.5% de Crecimiento Poblacional en la Parroquia de Chorocopte**  
Fuente: Autor

PRODUCCIÓN	UNIDAD	AÑOS				
		1	2	3	4	5
Producción						
% Incremento de la producción			68%	53%	41%	33%
Producción	Clientes/año	129	217	332	468	622
Producción neta total	clientes/año	129,00	216,72	331,58	467,53	621,81
<b>PRECIOS DE VENTA:</b>						
Precio	\$ USD	312,00	312,00	312,00	312,00	312,00
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>\$ USD/año</b>	<b>40.248,00</b>	<b>67.616,64</b>	<b>103.453,46</b>	<b>145.869,38</b>	<b>194.006,27</b>

En otro escenario se puede optimizar el crecimiento a 5%. Se puede observar a detalle en la Tabla 4.3 que los ingresos desde el primer año son mayores que la Tabla con la tasa de crecimiento del 2.5%. En otras palabras, lo dicho, muestra que aumentando los usuarios se puede generar mayores ingresos.

**Tabla 4. 3 Ingresos por Prestación del Servicio de Internet con el 5% de Crecimiento Poblacional en la Parroquia de Chorocopte.**  
Fuente: Autor

PRODUCCIÓN	UNIDAD	AÑOS				
		1	2	3	4	5
Producción						
% Incremento de la producción			92%	63%	48%	23%
Producción	Clientes/año	144	276	451	667	820
Producción neta total	clientes/año	144,00	276,48	450,66	666,98	820,39
<b>PRECIOS DE VENTA:</b>						
Precio	\$ USD	312,00	312,00	312,00	312,00	312,00
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>\$ USD/año</b>	<b>44.928,00</b>	<b>86.261,76</b>	<b>140.606,67</b>	<b>208.097,87</b>	<b>255.960,38</b>

#### 4.2.1.1 Pérdidas y Ganancias

Es importante fijarse en las siguientes tablas con los mismos porcentajes de crecimiento, por motivo de que consta los egresos anuales de la empresa referidos exclusivamente a producción. Los resultados determinan hasta que año el servicio brindado generará pérdidas.

En el primer caso presentado en la Tabla 4.4 se ve que el primer año no se genera ninguna utilidad por el servicio. Analizando de una manera diferente los usuarios con los que se inicia la empresa no generan ganancia.

**Tabla 4. 4 Pérdidas y Ganancias por Prestación del Servicio de Internet con el 2.5% de Crecimiento Poblacional en la Parroquia de Chorocopte**

Fuente: Autor

<b>Rubro</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Ventas</b>	<b>40.248</b>	<b>67.617</b>	<b>103.453</b>	<b>145.869</b>	<b>194.006</b>
Venta de servicios	40.248	67.617	103.453	145.869	194.006
<b>Costo de producción</b>	<b>9.882</b>	<b>9.882</b>	<b>9.882</b>	<b>9.882</b>	<b>9.882</b>
Costos directos	9.882	9.882	9.882	9.882	9.882
Costos indirectos	-	-	-	-	-
<b>UTILIDAD BRUTA EN VENTAS</b>	<b>30.366</b>	<b>57.734</b>	<b>93.571</b>	<b>135.987</b>	<b>184.124</b>
Gastos de administración	22.713	22.713	22.713	22.713	22.713
Gastos de ventas	4.440	4.440	4.440	4.440	4.440
<b>UTILIDAD (PERDIDA) OPERACIONAL</b>	<b>3.212</b>	<b>30.581</b>	<b>66.418</b>	<b>108.834</b>	<b>156.971</b>
Gastos financieros	4.786	4.020	3.114	2.042	772
Depreciación	5.617	5.617	5.617	5.617	5.617
<b>UTILIDAD ANTES PARTICIPACION</b>	<b>-7.190</b>	<b>20.944</b>	<b>57.686</b>	<b>101.175</b>	<b>150.581</b>
15 % Participación utilidades	-	3.142	8.653	15.176	22.587
<b>UTILIDAD ANTES IMP. RENTA</b>	<b>-7.190</b>	<b>17.802</b>	<b>49.033</b>	<b>85.999</b>	<b>127.994</b>
Impuesto a la Renta	-	-	-	-	-
<b>UTILIDAD (PERD) NETA</b>	<b>-7.190</b>	<b>17.802</b>	<b>49.033</b>	<b>85.999</b>	<b>127.994</b>

Realizando un similar análisis en la Tabla 4.5 se puede apreciar que el primer año tampoco se genera utilidad. Los 144 usuarios con los que se prevé iniciar la empresa tampoco son suficientes para generar ganancias.

**Tabla 4. 5 Pérdidas y Ganancias por Prestación del Servicio de Internet con el 5% de Crecimiento Poblacional en la Parroquia de Chorocopte**

Fuente: Autor

<b>Rubro</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Ventas</b>	<b>44.928</b>	<b>86.262</b>	<b>140.607</b>	<b>208.098</b>	<b>255.960</b>
Venta de servicios	44.928	86.262	140.607	208.098	255.960
<b>Costo de producción</b>	<b>9.882</b>	<b>9.882</b>	<b>9.882</b>	<b>9.882</b>	<b>9.882</b>
Costos directos	9.882	9.882	9.882	9.882	9.882
Costos indirectos	-	-	-	-	-
<b>UTILIDAD BRUTA EN VENTAS</b>	<b>35.046</b>	<b>76.379</b>	<b>130.724</b>	<b>198.215</b>	<b>246.078</b>
Gastos de administración	22.713	22.713	22.713	22.713	22.713
Gastos de ventas	4.440	4.440	4.440	4.440	4.440
<b>UTILIDAD (PERDIDA) OPERACIONAL</b>	<b>7.892</b>	<b>49.226</b>	<b>103.571</b>	<b>171.062</b>	<b>218.925</b>
Gastos financieros	4.786	4.020	3.114	2.042	772
Depreciación	5.617	5.617	5.617	5.617	5.617
<b>UTILIDAD ANTES PARTICIPACION</b>	<b>-2.510</b>	<b>39.589</b>	<b>94.840</b>	<b>163.403</b>	<b>212.536</b>
15 % Participación utilidades	-	5.938	14.226	24.510	31.880
<b>UTILIDAD ANTES IMP. RENTA</b>	<b>-2.510</b>	<b>33.650</b>	<b>80.614</b>	<b>138.893</b>	<b>180.655</b>
Impuesto a la Renta	-	-	-	-	-
<b>UTILIDAD (PERD) NETA</b>	<b>-2.510</b>	<b>33.650</b>	<b>80.614</b>	<b>138.893</b>	<b>180.655</b>

#### 4.3.1.1 Flujo de Caja

El análisis realizado para cinco años referente al flujo de caja es importante porque, permite determinar si es o no factible la creación y construcción del proyecto. Como se ve en la Tabla 4.6 con el menor porcentaje de población de la parroquia Chorocopte se tiene un Flujo Neto Acumulado con pérdidas hasta el tercer año. Sin embargo, se presenta un TIR del 43.13% que demuestra más de una duplicidad de los ingresos generados en un Banco cualquiera.

**Tabla 4. 6 Flujo de Caja por Prestación del Servicio de Internet con el 2.5% de Crecimiento Poblacional en la Parroquia de Chorocopte**

Fuente: Autor

Rubros	Costos Preoperación	AÑOS					
		1	2	3	4	5	
<b>A. INGRESOS OPERACIONALES</b>							
Venta de servicios		40.248,00	67.616,64	103.453,46	145.869,38	194.006,27	
Total		40.248,00	67.616,64	103.453,46	145.869,38	194.006,27	
<b>B. EGRESOS OPERACIONALES</b>							
Costos de Producción		9.882,40	9.882,40	9.882,40	9.882,40	9.882,40	
Gastos de Administración		22.713,20	22.713,20	22.713,20	22.713,20	22.713,20	
Gastos de Ventas		4.440,00	4.440,00	4.440,00	4.440,00	4.440,00	
Total		37.035,60	37.035,60	37.035,60	37.035,60	37.035,60	
<b>C. FLUJO OPERACIONAL</b>			3.212,40	30.581,04	66.417,86	108.833,78	156.970,67
<b>D. INGRESOS NO OPERACIONALES</b>							
Valor Residual activos						9.879,20	
Valor Residual capital de trabajo						3.469,15	
Total	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13.348,35	
<b>E. EGRESOS NO OPERACIONALES</b>							
Pre-inversiones	1.000,00						
Terreno	8.000,00						
Obra Civil	38.346,00						
Equipamiento	14.150,00						
Capital de Trabajo	3.469,15						
Escalamiento e Imprevistos	0,00						
Pago de impuesto a la renta		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Pago de crédito		8.946,93	8.946,93	8.946,93	8.946,93	8.946,93	
Pago de utilidades		0,00	3.141,54	8.652,96	15.176,22	22.587,22	
Total	64.965,15	8.946,93	12.088,47	17.599,88	24.123,15	31.534,15	
<b>F. FLUJO NO OPERACIONAL</b>		-64.965,15	-8.946,93	-12.088,47	-17.599,88	-24.123,15	-18.185,80
<b>G. FLUJO NETO GENERADO</b>		-64.965,15	-5.734,53	18.492,57	48.817,98	84.710,63	138.784,87
<b>H. FLUJO NETO ACUMULADO</b>		-64.965,15	-70.699,68	-52.207,11	-3.389,13	81.321,50	220.106,37
<b>Tasa Descuento</b>		17%					
<b>VAN</b>		82.630					
<b>TIR</b>		43,13%					

Si se puede apreciar en la Tabla 4.7 ya con un porcentaje mayor población, refiriéndonos al aumento de clientes en un 2.5% adicional.

**Tabla 4. 7 Flujo de Caja por Prestación del Servicio de Internet con el 5% de Crecimiento Poblacional en la Parroquia de Choroquite**

Fuente: Autor

Rubros	Costos Preoperación	AÑOS				
		1	2	3	4	5
<b>A. INGRESOS OPERACIONALES</b>						
Venta de servicios		44.928,00	86.261,76	140.606,67	208.097,87	255.960,38
Total		44.928,00	86.261,76	140.606,67	208.097,87	255.960,38
<b>B. EGRESOS OPERACIONALES</b>						
Costos de Producción		9.882,40	9.882,40	9.882,40	9.882,40	9.882,40
Gastos de Administración		22.713,20	22.713,20	22.713,20	22.713,20	22.713,20
Gastos de Ventas		4.440,00	4.440,00	4.440,00	4.440,00	4.440,00
Total		37.035,60	37.035,60	37.035,60	37.035,60	37.035,60
<b>C. FLUJO OPERACIONAL</b>		7.892,40	49.226,16	103.571,07	171.062,27	218.924,78
<b>D. INGRESOS NO OPERACIONALES</b>						
Valor Residual activos						9.879,20
Valor Residual capital de trabajo						3.469,15
Total	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13.348,35
<b>E. EGRESOS NO OPERACIONALES</b>						
Inversiones						
Pre-inversiones	1.000,00					
Terreno	8.000,00					
Obra Civil	38.346,00					
Equipamiento	14.150,00					
Capital de Trabajo	3.469,15					
Escalamiento e Imprevistos	0,00					
Pago de impuesto a la renta		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pago de crédito		8.946,93	8.946,93	8.946,93	8.946,93	8.946,93
Pago de utilidades		0,00	5.938,31	14.225,94	24.510,50	31.880,34
Total	64.965,15	8.946,93	14.885,24	23.172,86	33.457,43	40.827,27
<b>F. FLUJO NO OPERACIONAL</b>	-64.965,15	-8.946,93	-14.885,24	-23.172,86	-33.457,43	-27.478,92
<b>G. FLUJO NETO GENERADO</b>	-64.965,15	-1.054,53	34.340,92	80.398,20	137.604,84	191.445,86
<b>H. FLUJO NETO ACUMULADO</b>	-64.965,15	-66.019,68	-31.678,75	48.719,45	186.324,29	377.770,16
Tasa Descuento						17%
VAN						170.172
TIR						64,38%

## 4.2.1 ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LA PARROQUIA DE CHONTAMARCA.

### 4.1.1.2 Ingresos

Los ingresos para la parroquia de Chontamarca es diferente por motivo de que la red es solamente diseñada para el centro parroquial. Se ha desarrollado la Tabla 4.8 con el 100% de la población distribuyéndola en los 5 años.

**Tabla 4. 8 Ingresos por Prestación del Servicio de Internet para el Centro Parroquial de Chontamarca**  
Fuente: Autor

PRODUCCIÓN	UNIDAD	AÑOS				
		1	2	3	4	5
Producción						
% Incremento de la producción			32%	25%	17%	11%
Producción	Clientes/año	152	201	251	293	326
Producción neta total	clientes/año	152,00	200,64	250,80	293,44	325,71
<b>PRECIOS DE VENTA:</b>						
Precio	\$ USD	360,00	360,00	360,00	360,00	360,00
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>\$ USD/año</b>	<b>54.720,00</b>	<b>72.230,40</b>	<b>90.288,00</b>	<b>105.636,96</b>	<b>117.257,03</b>

#### 4.2.1.2 Pérdidas y Ganancias

De la misma forma que en la parroquia de Chorocopte la siguiente Tabla 4.9 presenta los costos de producción como las ganancias obtenidas. Se puede apreciar que la utilidad anual recaudada es baja.

**Tabla 4. 9 Pérdidas y Ganancias por Prestación del Servicio de Internet para el Centro Parroquial de Chontamarca**  
Fuente: Autor

Rubro	1	2	3	4	5
<b>Ventas</b>	<b>54.720</b>	<b>72.230</b>	<b>90.288</b>	<b>105.637</b>	<b>117.257</b>
Venta de servicios	54.720	72.230	90.288	105.637	117.257
<b>Costo de producción</b>	<b>8.383</b>	<b>8.383</b>	<b>8.383</b>	<b>8.383</b>	<b>8.383</b>
Costos directos	8.383	8.383	8.383	8.383	8.383
Costos indirectos	-	-	-	-	-
<b>UTILIDAD BRUTA EN VENTAS</b>	<b>46.337</b>	<b>63.847</b>	<b>81.905</b>	<b>97.254</b>	<b>108.874</b>
Gastos de administración	47.100	47.100	47.100	47.100	47.100
Gastos de ventas	-	-	-	-	-
<b>UTILIDAD (PERDIDA) OPERACIONAL</b>	<b>-763</b>	<b>16.747</b>	<b>34.805</b>	<b>50.154</b>	<b>61.774</b>
Gastos financieros	4.786	4.020	3.114	2.042	772
Depreciación	4.162	4.162	4.162	4.162	4.162
<b>UTILIDAD ANTES PARTICIPACION</b>	<b>-9.711</b>	<b>8.565</b>	<b>27.529</b>	<b>43.950</b>	<b>56.840</b>
15 % Participación utilidades	-	1.285	4.129	6.593	8.526
<b>UTILIDAD ANTES IMP. RENTA</b>	<b>-9.711</b>	<b>7.280</b>	<b>23.399</b>	<b>37.358</b>	<b>48.314</b>
Impuesto a la Renta	-	-	-	-	-
<b>UTILIDAD (PERD) NETA</b>	<b>-9.711</b>	<b>7.280</b>	<b>23.399</b>	<b>37.358</b>	<b>48.314</b>

### 4.3.1.2 Flujo de Caja

El flujo de caja detallado en la Tabla 4.10 se puede notar que el proyecto en esta parroquia no es factible debido a que el TIR presenta un valor del 16.77%. Cuando tenemos una mejor rentabilidad en cualquiera banco nacional del 17%.

**Tabla 4. 10 Flujo de Caja por Prestación del Servicio de Internet para el Centro Parroquial de Chontamarca**  
Fuente: Autor

Rubros	Costos Preoperación	AÑOS					
		1	2	3	4	5	
<b>A. INGRESOS OPERACIONALES</b>							
Venta de servicios		54.720,00	72.230,40	90.288,00	105.636,96	117.257,03	
Total		54.720,00	72.230,40	90.288,00	105.636,96	117.257,03	
<b>B. EGRESOS OPERACIONALES</b>							
Costos de Producción		8.383,00	8.383,00	8.383,00	8.383,00	8.383,00	
Gastos de Administración		47.100,00	47.100,00	47.100,00	47.100,00	47.100,00	
Gastos de Ventas		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Total		55.483,00	55.483,00	55.483,00	55.483,00	55.483,00	
<b>C. FLUJO OPERACIONAL</b>		-763,00	16.747,40	34.805,00	50.153,96	61.774,03	
<b>D. INGRESOS NO OPERACIONALES</b>							
Valor Residual activos						6.241,40	
Valor Residual capital de trabajo						1.917,88	
Total	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8.159,28	
<b>E. EGRESOS NO OPERACIONALES</b>							
Inversiones							
Pre-inversiones	2.540,75						
Terreno	0,00						
Obra Civil	47.590,15						
Equipamiento	850,00						
Capital de Trabajo	1.917,88						
Escalamiento e Imprevistos	0,00						
Pago de impuesto a la renta		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Pago de crédito		8.946,93	8.946,93	8.946,93	8.946,93	8.946,93	
Pago de utilidades		0,00	1.284,76	4.129,29	6.592,52	8.526,00	
Total	52.898,78	8.946,93	10.231,69	13.076,22	15.539,45	17.472,92	
<b>F. FLUJO NO OPERACIONAL</b>		-52.898,78	-8.946,93	-10.231,69	-13.076,22	-15.539,45	-9.313,65
<b>G. FLUJO NETO GENERADO</b>		-52.898,78	-9.709,93	6.515,71	21.728,78	34.614,51	52.460,38
<b>H. FLUJO NETO ACUMULADO</b>		-52.898,78	-62.608,70	-56.092,99	-34.364,21	250,30	52.710,68
<b>Tasa Descuento</b>		17%					
<b>VAN</b>		-471					
<b>TIR</b>		16,77%					

# **CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El objetivo principal del desarrollo de ésta tesis es el determinar la factibilidad de la implementación de una red de comunicaciones, para brindar el servicio de internet a las parroquias Chontamarca y Chorocopte del cantón Cañar, las cuales poseen un servicio deficiente o carecen del mismo.

Para analizar la factibilidad de la implementación de la Red, se procedió a realizar un estudio técnico en las parroquias, el cual consistió desde el reconocimiento predial del sector, análisis poblacional hasta el estudio específico de mercado.

Así mismo se propuso el diseño de Red, cuya topología inicia desde el nodo de acceso más cercano a cada parroquia hasta el usuario final abarcando un total de 622 usuarios en Chorocopte y de 320 usuarios en Chontamarca.

En cuanto a la red de enlace principal, por motivos de presencia de valores de pérdidas tanto en señal como en el incremento de costos de construcción, se optó por implementar una VPN entre los cerros de Buerán y Mesaloma y por consiguiente se eliminaron 2 radioenlaces “Buerán – Altarurco” y “Altarurco – Mesaloma”. Esta VPN se pudo realizar ya que tanto en Buerán y Mesaloma existe un proveedor a la Red de Acceso.

Refiriéndonos a la Red Secundaria en Chorocopte, se propuso un diseño que hace uso de nodos de radio enlace secundario, los cuales son conformados por tres torres de distribución, dos de ellas mediante antenas omnidireccionales y una tercera antena sectorial. El motivo por el que se vio necesario el uso de este tipo de red es que los usuarios están considerablemente dispersos y existe poca postería y nula canalización en el lugar. Además, el nivel de demanda en cuanto al ancho de banda solicitado por los usuarios puede ser brindado por este tipo de red.

A diferencia de Chorocopte, en la parroquia Chontamarca, los usuarios están más concentrados y cuenta con postería en todo el sector. En cuanto a la demanda del

servicio por parte del usuario en Chontamarca, fue de un mayor ancho de banda que en la parroquia de Chorocopte.

Estos indicios dieron parte a la propuesta de una Red FTTx que está conformada por un Feeder de 6 hilos con uso de un armario en el que se realiza el primer nivel de spliteo 1 a 8, y posteriormente un segundo nivel de spliteo en cada NAP de 1 a 8 igualmente.

Luego a las propuestas de diseño, se desarrolló el volumen de obra que consta de los equipos y sus costos de adquisición, así también como materiales, mano de obra, permisos legales, entre otros.

Para brindar de servicio de Internet a estas dos parroquias se necesita una inversión total de \$109055,35 dólares americanos. Dentro de la inversión se encuentran adjuntos los equipos que van dentro del hogar. Se toma esta decisión de agregar dichos equipos a la inversión, como estrategia de mercadeo, debido a la situación socio económica de los sectores. Ningún ciudadano está de acuerdo en cancelar un valor mayor al que se encuentra pagando actualmente por el mismo servicio, con otras compañías de telecomunicaciones.

Los análisis son realizados por separado como se muestra en el capítulo cuatro. El motivo de la separación en el análisis es porque las parroquias tienen distinta forma para expandir la red, además se diseña con diferente tecnología según la concentración de la población (medida en densidad) y por último por la diferencia económica que implica la implementación de las tecnologías tanto la red inalámbrica como la red FTTx.

En la parroquia Chorocopte la construcción e implementación de servicio de internet es totalmente rentable, con cualquiera de los dos escenarios, pesimista con el 2.5% y optimista con el 5% de crecimiento poblacional. En el escenario pesimista se tiene una rentabilidad del 43.13% mientras que, en el escenario optimista, mejora considerablemente esta rentabilidad al 64.38% generando en ambos casos utilidades desde el tercer año de implementación de la empresa.

Por otro lado, en la parroquia de Chontamarca, debido a que la red no puede expandirse con la tecnología FTTx, el número de clientes se encuentra limitado. Este hecho provoca que el servicio no sea rentable demostrado en el análisis de la Tabla 4.10 con una rentabilidad apenas del 16.77% aplicada al mejor de los casos, es decir con el total de la población existente en el centro parroquial.

Se puede realizar un tercer caso, que consiste con consolidar ambas redes. Esto provoca que la red no rentable arrastre a la red que, si lo es, de manera que ésta cae en pérdidas y por ende puede llegar a generar el quiebre de la empresa.

La solución más adecuada para dotar de servicio de Internet a la parroquia de Chontamarca, es buscar apoyo o patrocinio estatal, ya sea del municipio o consejo provincial al que pertenece la comunidad. O bien realizar un estudio con equipos menos costosos y que permitan la expansión por la zona montañosa del lugar como el hacer uso de radio enlaces.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] “Instituto Nacional de Estadística y Censos.” [Online]. Available: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>. [Accessed: 16-May-2018].
- [2] O. Generales, “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia del Cañar 2015 - 2019,” p. 1125, 2015.
- [3] SENPLADES, “Plan Nacional Buen Vivir.pdf.” pp. 1–602, 2013.
- [4] O. T. De, “Diagnóstico Parroquial,” 2015.
- [5] R. Neri Vela, *Lineas de Transmisión*. 2000.
- [6] J. Carlos, M. Esteve, E. G. Díaz, N. Teóricas, C. Y. P. De, and J. F. M. Murcia, *NOCIONES TEÓRICAS, CUESTIONES Y PROBLEMAS DE ELECTROMAGNETISMO. ADAPTADO A LOS NUEVOS GRADOS UNIVERSITARIOS*. 2015.
- [7] C. Balanis, *Antenna Theory - Analysis and Design*. .
- [8] J. S. Seybold, *Introduction to RF Propagation*. 2005.
- [9] “Fiber Optics Engineering.”
- [10] G. P. Agrawal, *Fiber-optic communication systems*, vol. 222. John Wiley & Sons, 2012.
- [11] I. Rasgado and P. Almeida, *Manual De Comunicaciones por Fibras Opticas*. 2003.
- [12] F. Mitschke, *Fiber optics. Physics and technology*, Second. 2016.
- [13] M. Schwartz, *Telecommunication Networks*. 2016.
- [14] S. Kong, F. Application, and P. Data, “SYSTEMS AND METHODS OF ANTENNA ORIENTATION IN A POINT-TO-POINT WIRELESS NETWORK,” no. 12, pp. 12–15, 2015.
- [15] B. García Olmedo, *Fundamentos de Electromagnetismo*, vol. 1. 2005.
- [16] Cisco, “Lo que usted necesita saber sobre routers y switches.,” *Cisco*, p. 5, 2012.
- [17] I. Luis, M. Gallego, I. Erick, R. Vera, and I. T. Metropolitano, “Analysis and

- Parameters Evaluation of a Gpon Network,” vol. 1, pp. 21–24, 2014.
- [18] E. S. Sharma, “A Review of Passive Optical Networks,” vol. 2, no. 5, pp. 181–185, 2013.
- [19] E. Lopez Ruano, “Estudio teórico y simulación de un OTDR para sistemas de comunicaciones por fibra óptica,” 2013.
- [20] C. y componentes para comunicaciones. S.L., “Otdr Y Olts, Dos Herramientas Distintas Para Necesidades Específicas.,” p. 7, 2015.
- [21] M. I. Anis, M. S. Qureshi, and S. Zafar, “Evaluation of Advanced Modulation Formats using Triple-Play Services in GPON Based FTTH,” *2015 Int. Conf. Cloud Comput. ICC 2015*, 2015.
- [22] “Wispro.” [Online]. Available: <https://www.wispro.co/>. [Accessed: 15-May-2018].
- [23] J. J. Miranda Miranda, *Gestion de proyectos. Identificación-Formulación-Evaluación-Financiera, económica, social, ambiental.*, SEPTIMA. 2013.
- [24] M. Córdoba, *Formulación y evaluación de proyectos*, SEGUNDA. BOGOTA, 2016.
- [25] G. Bacca Urbina, *Evaluación de proyectos*, Octava. 2016.
- [26] I. P. A. Sarmiento, “Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia CHOROCOPE Consorcio Argudo & Calle,” 2015.

# **APÉNDICES**

## **APÉNDICE A: SURVEY**

## **APÉNDICE B: FEEDER Y RED DE DISTRIBUCIÓN**