



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y REDES**

**“ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA TÉCNICA Y ECONÓMICA DE  
LA RED HFC PARA EL SERVICIO DE IPTV EN LA PARROQUIA CALPI  
PARA LA EMPRESA RIOTELECOM NETWORK”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Tipo:** PROYECTO TÉCNICO

Para optar al Grado Académico de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES Y REDES**

**AUTORES:** YÁNEZ MANOBANDA ALEXANDRA MARIBEL

CHICO CHUQUIMARCA JEFFERSON DANIEL

**TUTOR:** ING. ALBERTO ARELLANO AUCANCELA

Riobamba-Ecuador

2018

**@2018, Alexandra Maribel Yáñez Manobanda, & Jefferson Daniel Chico Chuquimarca.**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMATICA Y ELECTRONICA**

**ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA EN TELECOMUNICACIONES Y**

**REDES**

El Tribunal de trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación proyecto técnico: “ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA RED HFC PARA EL SERVICIO DE IPTV EN LA PARROQUIA CALPI PARA LA EMPRESA RIOTELECOM-NETWORK”, de responsabilidad de la señorita Alexandra Maribel Yáñez Manobanda y el señor Jefferson Daniel Chico Chuquimarca, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación quedando autorizado su presentación.

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Dr. Julio Santillan C. <b>VICEDECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA</b>	_____	_____
Ing. Franklin Moreno M. <b>DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y REDES</b>	_____	_____
Ing. Alberto Arellano A. <b>DIRECTOR DE TRABAJO TITULACION</b>	_____	_____
PHD. Hugo Moreno A. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	_____	_____

Nosotros, Alexandra Maribel Yáñez Manobanda Y Jefferson Daniel Chico Chuquimarca, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este trabajo de titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación, y el patrimonio de la misma pertenece a la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.

Alexandra Maribel Yáñez Manobanda

Jefferson Daniel Chico Chuquimarca

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este logro, primeramente, a Dios y a la Virgen, por brindarme las fuerzas y valentía en cada momento que sentía no poder continuar más, a mis hermanos Alison y Omar, a mis padres José Yáñez y Blanca Manobanda, quienes con sus consejos y palabras de aliento me ayudaron a seguir, y no rendirme a pesar de lo difícil que se tornaba la carrera, a mis mejores amigos incondicionales Adriana y Danny que estuvieron a mi lado hasta el final, en cada momento, en cada logro. Todo por y para ustedes.

Alexandra

Quiero dedicar este logro alcanzado, a Dios que me permitió llegar a este momento y guio mi camino para superar los obstáculos y poder alcázar mi meta, a mi abuelita María que siempre ha estado a mi lado y en mis momentos de debilidad ha sido quien me ha dado fuerzas para seguir a delante y no dudo ni un momento de mí, a mi madre Marlene que me ha apoyado a la medida de sus fuerzas sacrificándose ella para que nunca faltara nada y poder superarme, a mis tíos Marco, Elena, Eliza, Ernesto, María y Roberto que han visto por mí considerándome como su hermano y han compartido consejos y experiencias, a mis hermanas Brigitte, Lizeth y Ginae que han sido motivo de inspiración y a quienes quiero que vean en mi un ejemplo, por ultimo a mis amigos Alexandra, Jofre, Stalin, Wilson, Edwin, Pablo y Julio que han compartido junto a mi toda la vida universitaria y que estuvieron en los buenos y malos momentos.

Daniel

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres por todo el sacrificio, apoyo incondicional y por todos los valores que me han inculcado, para verme convertida en profesional, una de mis metas cumplidas gracias a mi familia.

Alexandra

Agradezco a Dios por darme la familia que tengo y por permitirme conocer a personas especiales. A mi abuelita por inculcarme valores para ser un hombre de bien y por sus sabios consejos en los momentos oportunos y sobre todo por su apoyo condicional, a mis padres que haciendo un sacrificio me sustentaron en todo momento para que alcance este logro y a mis amigos que han sido como una segunda familia.

Daniel

## TABLA DE CONTENIDOS

INDICE DE TABLAS .....	X
INDICE DE FIGURAS .....	XII
INDICE DE GRAFICOS .....	XIV
RESUMEN .....	XV
ABSTRACT.....	XVI
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1. Redes HFC.....</b>	<b>9</b>
<i>1.1.1. Definición .....</i>	<i>9</i>
<i>1.1.2. Arquitectura de la red HFC .....</i>	<i>10</i>
<i>1.1.2.1. Cabecera .....</i>	<i>10</i>
<i>1.1.2.2. Red troncal.....</i>	<i>11</i>
<i>1.1.2.3. Red de distribución.....</i>	<i>12</i>
<i>1.1.2.4. Red de acceso.....</i>	<i>13</i>
<i>1.1.2.5. Red interior de cliente .....</i>	<i>13</i>
<i>1.1.3. Medios de transmisión.....</i>	<i>14</i>
<i>1.1.3.1. Fibra óptica.....</i>	<i>14</i>
<i>1.1.3.2. Cable coaxial.....</i>	<i>16</i>
<i>1.1.4 Elementos activos de la red HFC .....</i>	<i>17</i>
<i>1.1.4.1 Transmisor óptico .....</i>	<i>17</i>
<i>1.1.4.2 Nodo óptico .....</i>	<i>18</i>
<i>1.1.4.3 Amplificadores de radiofrecuencia .....</i>	<i>19</i>
<i>1.1.5 Elementos pasivos de la red HFC.....</i>	<i>20</i>
<i>1.1.5.1 TAP.....</i>	<i>20</i>
<i>1.1.5.2 SPLITER.....</i>	<i>20</i>
<i>1.1.6 Tecnología de acceso HFC .....</i>	<i>21</i>
<i>1.1.7 Tecnología IPTV.....</i>	<i>23</i>
<i>1.1.7.1 Definición .....</i>	<i>23</i>
<i>1.1.7.2 Diferencias entre IPTV y televisión por internet .....</i>	<i>24</i>
<i>1.1.7.3 Modos de transmisión IPTV.....</i>	<i>24</i>
<i>1.1.7.4 Formatos de compresión.....</i>	<i>25</i>
<i>1.1.7.5 Formatos de video .....</i>	<i>26</i>
<i>1.1.7.6 Formatos de audio .....</i>	<i>27</i>

<b>1.1.8</b>	<b>Protocolos utilizados por IPTV</b> .....	<b>28</b>
<b>1.1.8.1</b>	<b>RTP</b> .....	<b>28</b>
<b>1.1.8.2</b>	<b>RTSP</b> .....	<b>29</b>
<b>1.1.8.3</b>	<b>IGMP (Internet Group Management Protocol)</b> .....	<b>30</b>
<b>1.1.8.4</b>	<b>TCP (Protocolo De Control De Transporte)</b> .....	<b>31</b>
<b>1.1.8.5</b>	<b>UDP (Protocolo De Datagrama De Usuario)</b> .....	<b>32</b>
<b>1.1.9</b>	<b>Arquitectura de un sistema IPTV</b> .....	<b>32</b>
<b>1.1.9.1</b>	<b>Adquisición de contenido</b> .....	<b>32</b>
<b>1.1.9.2</b>	<b>Servidores</b> .....	<b>33</b>
<b>1.1.9.3</b>	<b>Red de distribución</b> .....	<b>33</b>
<b>1.1.9.4</b>	<b>Red de acceso</b> .....	<b>33</b>
<b>CAPITULO II</b>		
<b>2.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO.</b> .....	<b>34</b>
<b>2.1.</b>	<b>Desarrollo del trabajo de titulación</b> .....	<b>34</b>
<b>2.1.1</b>	<b>Descripción de la ciudad</b> .....	<b>35</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Estructura de la encuesta</b> .....	<b>36</b>
<b>2.1.3</b>	<b>Ejecución de la encuesta</b> .....	<b>37</b>
<b>2.1.4</b>	<b>Tabulación de resultados de la encuesta</b> .....	<b>39</b>
<b>2.1.5</b>	<b>Proyección de la demanda de televisión ip (IPTV)</b> .....	<b>43</b>
<b>2.1.6</b>	<b>Proyección de la demanda para video bajo demanda (VOD)</b> .....	<b>44</b>
<b>2.2</b>	<b>Propuesta de diseño de red HFC</b> .....	<b>45</b>
<b>2.2.1</b>	<b>Dimensionamiento de tráfico</b> .....	<b>45</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Capacidad de red para el servicio de IPTV</b> .....	<b>46</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Capacidad de red para el servicio de VOD</b> .....	<b>49</b>
<b>2.2.4</b>	<b>Capacidad para tráfico ascendente de solicitudes para VOD</b> .....	<b>52</b>
<b>2.2.5</b>	<b>Ancho de banda requerido por usuario</b> .....	<b>53</b>
<b>2.3</b>	<b>Memoria técnica</b> .....	<b>54</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Estudio y diseño de la red de distribución y acceso de planta externa hfc en el centro de la parroquia Calpi.</b> .....	<b>54</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Diseño georreferenciado</b> .....	<b>55</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Consideraciones de diseño</b> .....	<b>57</b>
<b>2.3.4</b>	<b>Red de fibra óptica feeder</b> .....	<b>58</b>
<b>2.3.5</b>	<b>Red de distribución coaxial</b> .....	<b>61</b>
<b>2.3.5.1</b>	<b>Red de distribución troncal</b> .....	<b>61</b>
<b>2.3.5.2</b>	<b>Red de distribución secundaria</b> .....	<b>63</b>
<b>2.3.5.3</b>	<b>Red de acceso</b> .....	<b>72</b>
<b>2.3.6</b>	<b>Diseño del cuarto de equipos</b> .....	<b>73</b>



2.3.7	<i>Diagrama de interconexión de los equipos de la cabecera IPTV</i> .....	74
2.4	<b>Elección de componentes de red HFC</b> .....	74
2.4.1	<b>Equipamiento de cabecera IPTV</b> .....	74
2.4.1.1	<i>Servidor de transmisión de contenido</i> .....	74
2.4.1.2	<i>Servidor de VOD</i> .....	76
2.4.1.3	<i>MIDDLEWARE</i> .....	78
2.4.1.4	<i>CAS (Sistema De Acceso Condicional)</i> .....	79
2.4.1.5	<i>CMTS</i> .....	80
2.4.1.6	<i>Switch de agregación</i> .....	81
2.4.1.7	<i>UPC</i> .....	82
2.4.2	<b>Equipos de red troncal (fibra óptica)</b> .....	84
2.4.2.1	<i>Transmisor óptico</i> .....	84
2.4.2.2	<i>Fibra óptica monomodo</i> .....	84
2.4.3	<b>Equipos de red coaxial</b> .....	85
2.4.3.1	<i>Cable coaxial RG.500 (red troncal)</i> .....	85
2.4.3.2	<i>cable coaxial RG-11 (red de distribución)</i> .....	86
2.4.3.3	<i>cable coaxial RG-6 (red de acceso)</i> .....	86
2.4.3.4	<i>Divisores troncales</i> .....	87
2.4.3.5	<i>Amplificador extensor de línea</i> .....	89
2.4.3.6	<i>Minibridge</i> .....	90
2.4.3.7	<i>Nodo óptico</i> .....	92
2.4.3.8	<i>TAPs</i> .....	93
2.4.3.9	<i>Acoplador direccional</i> .....	94
2.4.3.10	<i>Atenuador</i> .....	94
2.4.4	<b>Equipos de la red de acceso</b> .....	95
2.4.4.1	<i>Cable Modem (CM)</i> .....	95
2.4.4.2	<i>Set To Box</i> .....	95
<b>CAPITULO III</b>		
3	<b>MARCO DE RESULTADOS Y ANALISIS</b> .....	97
3.1	<b>Presupuestos de la red HFC</b> .....	97
3.1.1	<i>Presupuesto óptico</i> .....	97
3.1.2	<i>Balance de potencia coaxial</i> .....	98
3.1.2.1	<i>Red troncal coaxial</i> .....	100
3.1.2.2	<i>Red distribución coaxial</i> .....	100
3.1.2.3	<i>Red de acceso coaxial</i> .....	101
3.1.3	<i>Volumen de obra</i> .....	104

<b>3.1.3.1</b>	<b><i>Cabecera IPTV</i></b> .....	<b>104</b>
<b>3.1.3.2</b>	<b><i>Red troncal (feeder)</i></b> .....	<b>105</b>
<b>3.1.3.3</b>	<b><i>Red de distribución</i></b> .....	<b>106</b>
<b>3.1.3.4</b>	<b><i>Red de acceso</i></b> .....	<b>107</b>
<b>3.1.3.5</b>	<b><i>Red interior del cliente</i></b> .....	<b>107</b>
<b>3.1.3.6</b>	<b><i>Proforma general para la red HFC</i></b> .....	<b>107</b>
<b>3.1.4</b>	<b><i>Análisis financiero</i></b> .....	<b>108</b>
<b>3.1.4.1</b>	<b><i>Presupuesto de ingresos</i></b> .....	<b>108</b>
<b>3.1.4.2</b>	<b><i>Presupuesto de egresos</i></b> .....	<b>109</b>
<b>3.1.4.3</b>	<b><i>Flujo efectivo neto</i></b> .....	<b>110</b>
<b>3.1.4.4</b>	<b><i>Valor actual neto</i></b> .....	<b>110</b>
<b>3.1.4.5</b>	<b><i>Tasa interna de retorno</i></b> .....	<b>111</b>
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>113</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>115</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Tipos de fibra óptica.....	15
<b>Tabla 2-1:</b> Especificaciones versiones estándar DOCSIS.....	23
<b>Tabla 3-1:</b> Diferencias entre IPTV y televisión por internet.....	24
<b>Tabla 4-1:</b> Formatos de compresión para video.....	26
<b>Tabla 1-2:</b> Número de aparatos de televisión en el hogar.....	39
<b>Tabla 2-2:</b> Tipo de servicio de televisión.....	40
<b>Tabla 3-2:</b> Aceptación por la televisión interactiva.....	41
<b>Tabla 4-2:</b> Aceptación por Video Bajo Demanda.....	42
<b>Tabla 5-2:</b> Demanda por el servicio de IPTV.....	42
<b>Tabla 6-2:</b> Valor de preferencia por el servicio de IPTV.....	43
<b>Tabla 7-2:</b> Proyección de demanda IPTV.....	44
<b>Tabla 8-2:</b> Proyección de la demanda de VOD.....	45
<b>Tabla 9-2:</b> Tasas de transferencia.....	46
<b>Tabla 10-2:</b> Ancho de banda necesario para la transmisión de IPTV sobre DOCSIS 3.0.....	48
<b>Tabla 11-2:</b> Estadísticas en horarios pico.....	50
<b>Tabla 12-2:</b> Capacidad requerida para la transmisión audiovisual de VoD en SD.....	51
<b>Tabla 13-2:</b> Capacidad requerida para la transmisión audiovisual de VoD en HD.....	52
<b>Tabla 14-2:</b> Capacidad requerida para tráfico ascendente de solicitudes para VoD.....	53
<b>Tabla 15-2:</b> Ancho de banda requerido por usuario.....	54
<b>Tabla 16-2:</b> Descripción de los tramos de la red troncal FEEDER.....	60
<b>Tabla 17-2:</b> Leyenda de elementos de red de distribución.....	64
<b>Tabla 18-2:</b> Especificaciones técnicas Servidor de transmisión de contenidos.....	75
<b>Tabla 19-2:</b> Especificaciones técnicas Servidor VoD.....	77
<b>Tabla 20-2:</b> Especificaciones técnicas Middleware.....	78
<b>Tabla 21-2:</b> Especificaciones técnicas CAS.....	80
<b>Tabla 22-2:</b> Especificaciones técnicas CMTS.....	80
<b>Tabla 23-2:</b> Especificaciones técnicas Switch de agregación.....	82
<b>Tabla 24-2:</b> Especificaciones técnicas UPC.....	83
<b>Tabla 25-2:</b> Dimensionamiento físico.....	83
<b>Tabla 26-2:</b> Especificaciones técnicas transmisor óptico.....	84
<b>Tabla 27-2:</b> Especificaciones técnicas Fibra Monomodo.....	84
<b>Tabla 28-2:</b> Especificaciones técnicas cable Rg.500.....	85

<b>Tabla 29-2:</b> Especificaciones técnicas cable Rg.11.....	86
<b>Tabla 30-2:</b> Especificaciones técnicas cable Rg.6.....	87
<b>Tabla 31-2:</b> Especificaciones técnicas divisor troncal de dos vías.....	88
<b>Tabla 32-2:</b> Especificaciones técnicas divisor troncal de tres vías balanceadas.....	88
<b>Tabla 33-2:</b> Especificaciones técnicas divisor troncal de tres vías no-balanceadas.....	88
<b>Tabla 34-2:</b> Especificaciones técnicas amplificador extensor de línea.....	89
<b>Tabla 35-2:</b> Especificaciones técnicas minibridge.....	90
<b>Tabla 36-2:</b> Especificaciones técnicas Nodo óptico.....	92
<b>Tabla 37-2:</b> Especificaciones técnicas Taps.....	93
<b>Tabla 38-2:</b> Especificaciones técnicas acoplador direccional.....	94
<b>Tabla 39-2:</b> Especificaciones técnicas atenuador.....	94
<b>Tabla 40-2:</b> Especificaciones técnicas cable modem.....	95
<b>Tabla 41-2:</b> Especificaciones técnicas STB.....	96
<b>Tabla 1-3:</b> Perdidas por los elementos de red troncal FEEDER.....	98
<b>Tabla 2-3:</b> Perdidas por los elementos de red troncal coaxial.....	100
<b>Tabla 3-3:</b> Perdidas por los elementos de red de distribución coaxial.....	100
<b>Tabla 4-3:</b> Potencia de llegada a cada Tap ubicado en los postes.....	102
<b>Tabla 5-3:</b> Volumen de obra por adquisición de equipamiento de la cabecera IPTV.....	104
<b>Tabla 6-3:</b> Volumen de obra de la red Troncal.....	105
<b>Tabla 7-3:</b> Volumen de obra de la red de distribución.....	106
<b>Tabla 8-3:</b> Volumen de obra de la red de acceso.....	107
<b>Tabla 9-3:</b> Volumen de obra de la red interior del cliente.....	107
<b>Tabla 10-3:</b> Costos referenciales para la red HFC.....	107
<b>Tabla 11-3:</b> Costos referenciales de los servicios ofertados.....	108
<b>Tabla 12-3:</b> Ingresos referenciales de los servicios ofertados proyectados a cinco años.....	109
<b>Tabla 13-3:</b> Presupuesto de egresos.....	109
<b>Tabla 14-3:</b> Estimación del flujo de efectivo.....	110

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Esquema de interconexión tentativo de IPTV sobre HFC.....	08
<b>Figura 1-1:</b>	Arquitectura de una red HFC.....	10
<b>Figura 2-1:</b>	Cabecera HFC.....	11
<b>Figura 3-1:</b>	Esquema de red troncal.....	12
<b>Figura 4-1:</b>	Red de distribución.....	13
<b>Figura 5-1:</b>	Estructura de un cable Fibra óptica.....	14
<b>Figura 6-1:</b>	Estructura cable coaxial.....	16
<b>Figura 7-1:</b>	Atenuación de cables con respecto a la frecuencia.....	17
<b>Figura 8-1:</b>	Ventanas de transmisión.....	18
<b>Figura 9-1:</b>	Estructura de un nodo óptico.....	19
<b>Figura 10-1:</b>	Amplificador de radiofrecuencia.....	19
<b>Figura 11-1:</b>	Vista superficial de un Tap x8.....	20
<b>Figura 12-1:</b>	Splitter de dos salidas.....	20
<b>Figura 13-1:</b>	Modos de transmisión IPTV.....	25
<b>Figura 14-1:</b>	Formato de cabecera RTP.....	29
<b>Figura 15-1:</b>	Formato del protocolo RTSP.....	29
<b>Figura 16-1:</b>	Mensajes IGMP (Membership_report).....	30
<b>Figura 17-1:</b>	Mensajes IGMP (Membership_query).....	30
<b>Figura 18-1:</b>	Mensajes IGMP (Leave_group).....	31
<b>Figura 19-1:</b>	Arquitectura de un sistema IPTV.....	32
<b>Figura 1-2:</b>	Proceso para el desarrollo del proyecto.....	34
<b>Figura 2-2:</b>	Proceso para análisis de los datos.....	35
<b>Figura 3-2:</b>	Mapa completo de la Parroquia Calpi.....	35
<b>Figura 4-2:</b>	Sector centro de la parroquia Calpi.....	55
<b>Figura 5-2:</b>	Planimetría general del sector centro de la parroquia Calpi.....	56
<b>Figura 6-2:</b>	Georreferenciación con UTM Geo Map apk.....	57
<b>Figura 7-2:</b>	Transmisor óptico.....	58
<b>Figura 8-2:</b>	Recorrido de cable FEEDER de 24 hilos.....	58

<b>Figura 9-2:</b>	Salida cabecera al primer poste.....	59
<b>Figura 10-2:</b>	Fusión 24 hilos poste 187.....	59
<b>Figura 11-2:</b>	Terminación de la red troncal FEEDER de 24 hilos.....	60
<b>Figura 12-2:</b>	Red troncal de distribución- sector Calpi norte.....	62
<b>Figura 13-2:</b>	Red troncal de distribución- sector Calpi sur.....	63
<b>Figura 14-2:</b>	Red de distribución sector norte-rama 1.....	65
<b>Figura 15-2:</b>	Red de distribución sector norte-rama 2.....	65
<b>Figura 16-2:</b>	Red de distribución sector norte-rama 3.....	66
<b>Figura 17-2:</b>	Red de distribución sector norte-rama 4.....	66
<b>Figura 18-2:</b>	Red de distribución sector norte-rama 5.....	67
<b>Figura 19-2:</b>	Red de distribución sector norte-rama 6.....	68
<b>Figura 20-2:</b>	Red de distribución sector sur-rama 7.....	69
<b>Figura 21-2:</b>	Red de distribución sector sur-rama 8.....	70
<b>Figura 22-2:</b>	Red de distribución sector sur-rama 9.....	71
<b>Figura 23-2:</b>	Red de distribución sector sur-rama 10.....	72
<b>Figura 24-2:</b>	Red de acceso.....	73
<b>Figura 25-2:</b>	Dimensionamiento en plano arquitectónico y Modelado 3D.....	73
<b>Figura 26-2:</b>	Diagrama de interconexión de equipamiento IPTV.....	74
<b>Figura 27-2:</b>	Rack de piso.....	84
<b>Figura 1-3:</b>	Modelo red troncal.....	96
<b>Figura 2-3:</b>	Calculo del valor actual neto.....	111
<b>Figura 3-3:</b>	Calculo de tasa interna de retorno.....	112

## INDICE DE GRAFICOS

<b>Grafico 1:</b>	Estadística de cuentas de internet fijo por provincia.....	04
<b>Gráfico 2:</b>	Estadística de suscriptores por provincia.....	06
<b>Gráfico 3:</b>	Estadística de participación de mercado AVS.....	07
<b>Grafico 1-2:</b>	Representación número de televisores en el hogar.....	39
<b>Grafico 2-2:</b>	Representación del tipo servicio de televisión más utilizado.....	40
<b>Grafico 3-2:</b>	Representación de la aceptación de la televisión interactiva.....	41
<b>Grafico 4-2:</b>	Representación de la aceptación de Video Bajo Demanda.....	41
<b>Grafico 5-2:</b>	Representación de la demanda por el servicio IPTV.....	42
<b>Grafico 6-2:</b>	Representación valor de preferencia por el servicio IPTV.....	43
<b>Grafico 7-2:</b>	Audiencia televisiva de Guayaquil.....	50
<b>Grafico 8-2:</b>	Audiencia televisiva de Quito.....	50

## **RESUMEN**

El objetivo del trabajo de titulación fue la elaboración de una propuesta técnica y económica de una red Híbrido de Fibra Coaxial (HFC) para el servicio de Televisión por Protocolo de Internet (IPTV) en la parroquia Calpi para la empresa Riotelecom-Network. La investigación fue realizada a través de un estudio de mercado en el área del entretenimiento de televisión, empleando encuestas dirigidas a los moradores de la Parroquia Calpi, seguido de la tabulación de resultados, con lo cual se estimó el nivel de aceptación del nuevo servicio tecnológico IPTV, además, se realizó la proyección de la demanda para afianzar la viabilidad del proyecto. Desde el punto de vista técnico, se consideraron criterios de diseño e implementación para redes HFC que se sustentan en: recomendaciones aprobadas en la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT); además, se llevó a cabo el estudio del estándar DOCSIS 3.0 para determinar los aspectos y parámetros más importantes acompañado de estándares de las tecnologías que utiliza el sistema IPTV, como, por ejemplo, modos de transmisión multicast y unicast, y los protocolos de compresión de audio MPEG-1 y video MPEG-4, que permiten dimensionar la capacidad total del sistema HFC. Se incluyó la topología de la propuesta de tendido de la red en los planos arquitectónicos haciendo uso del software Autocad seguido de la selección de los equipos requeridos. Como resultados de la investigación desarrollada se expone el cálculo del presupuesto de potencia de la red, el estudio económico de los costos referenciales por la obtención de bienes y servicios para determinar la inversión inicial, asimismo una aproximación de los gastos operativos para mantener una alta disponibilidad del nuevo servicio. Se recomienda a la empresa Riotelecom-Network, que al momento de realizar la implementación se considere cada proceso y lineamiento especificado en este estudio.

**PALABRAS CLAVE:** <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <TELECOMUNICACIONES>, <PROPUESTA TÉCNICA Y ECONÓMICA>, <HÍBRIDO DE FIBRA-COAXIAL (HFC)>, <TELEVISIÓN POR PROTOCOLO DE INTERNET (IPTV)>, <CAPACIDAD TOTAL DEL SISTEMA HFC>, <PRESUPUESTO DE POTENCIA>.



## **ABSTRACT**

The objective of the qualification work was the elaboration of a technical and economic proposal of a hybrid network of coaxial fiber (HFC) for the television service by internet (IPTV) in the parish Calpi for the company Riotelecom-Network. The research was conducted through a market study in the area of television entertainment, using surveys aimed at the residents of the parish Calpi, followed by the tabulation of results, which estimated the level of acceptance of the new IPTV technology service, in addition, the projection of the demand was carried out to strengthen the viability of the project. From the technical point of view, design and implementation criteria for HFC networks were considered, based on: recommendations adopted at the International Telecommunications Union (ITU); In addition, the study of the standard DOCSIS 3.0 was carried out to determine the most important aspects and parameters, accompanied by standards of the technologies used by the IPTV system, such as multicast and unicast transmission modes, and Protocols of Comprehension of MPEG-1 audio and MPEG-4 video, which allow to dimension the total capacity of the HFC system. The topology of the proposed network lay-out was included in the architectural drawings using the AUTOCAD software followed by the selection of the required equipment. The results of the research carried out are the calculation of the power budget of the network, the economic study of the reference costs for obtaining goods and services to determine the initial investment, also an approximation of the Operating expenses to maintain a high availability of the new service. It is recommended to the company Riotelecom-Network, which at the time of implementation, is considered each process and guidelines specified in this study.

**KEYWORDS:** <TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCES>, <TELECOMMUNICATIONS>, <TECHNICAL AND ECONOMIC PROPOSAL>, <HYBRID OF COAXIAL FIBER (HFC)> <IPTV (TELEVISION BY INTERNET PROTOCOL (IPTV))>, <TOTAL CAPACITY OF THE HFC SYSTEM>, <POWER BUDGET>.

## **INTRODUCCIÓN**

Hoy en día en el Ecuador, con el avance de las tecnologías de transporte de información y el equipamiento necesario para esto se ha visto un cambio en la infraestructura de los sistemas de comunicación, de ahí la combinación de tecnologías para formar las redes híbridas que para este caso se hace referencia a las redes HFC.

A lo que se refiere con el servicio de difusión de contenidos de audio y video, se encuentra en su mayoría generalizada por la televisión analógica, aunque como es de conocimiento general se ha adoptado un estándar de Televisión Digital Terrestre, que tomara un largo tiempo para que esta tecnología alcance a la mayoría de la población.

En el sector centro de la parroquia Calpi se ofertan los servicios de Televisión por cable y Televisión Satelital, los cuales son de carácter privado y tienen un costo por su uso, también cuentan con televisión abierta. Con el servicio televisivo y las redes implementadas que actualmente prestan los cable operadores en el país no es posible que los suscriptores personalicen la programación de contenidos que deseen ver, es por eso que se ve la necesidad implementar una nueva red que soporte un servicio en el cual el suscriptor pueda personalizar completamente el contenido que quiere ver, según sus intereses y personalidad en el momento que este lo requiera sin que sea necesaria la intervención del proveedor.

El motivo de realizar este proyecto es entender y analizar la tecnología HFC sobre la cual se emite señales de televisión a través del protocolo IP y plantear una alternativa a la televisión convencional con el despliegue de una red de nueva generación para prestar este servicio por parte de la empresa RIOTELECOM-NETWORKS en el sector centro de la parroquia Calpi,

Con el despliegue del diseño HFC propuesto en el presente proyecto, se pretende satisfacer la demanda existente y mejorar los servicios de emisión de contenidos que se ofrecen actualmente en el sector centro de la parroquia Calpi ya que todavía esta localidad no posee una red de banda ancha que soporte este tipo de servicios.

## **ANTECEDENTES**

El mundo a medida que pasa el tiempo se va actualizando, y a la vez genera cada vez más y más información que es utilizada por los usuarios para satisfacer la necesidad de estar comunicados acerca de las novedades que ocurren alrededor del país y el mundo.

La televisión ha sido, es y será el medio de comunicación con más influencia sobre los individuos, y con mayor poder de penetración en los hogares.

La extensión que conlleva el concepto de televisión, permitió el desarrollo de empresas que vieron en este invento un negocio rentable, desde empresas dedicadas a la producción y venta de receptores, equipos y suministros para producción de programas, etc. Y sin dejar de lado la publicidad gráfica, pues la televisión ha sido siempre un medio de publicidad eficaz dirigida a un gran número de televidentes indistintamente de su estatus social, religiosa o política.

Esta demanda ha impulsado a las empresas televisivas a mejorar o adecuar sus sistemas hacia las nuevas tendencias y poder mantenerse en un ambiente más competitivo entre ellas. En la actualidad, los cables operadores se han convertido en verdaderos sistemas de prestación de servicios variados, la emisión de canales de televisión sigue siendo la principal motivación, pero en los últimos años las compañías de CATV han visto en la inserción de nuevos servicios como la telefonía e internet una opción más atractiva para el suscriptor, que a su vez supone de una fuerte inversión económica para la adecuación de los sistemas de transmisión.

Por una parte, el uso de nuevos equipamientos en las centrales (cabecera de red), la sustitución en su mayoría del cableado coaxial a la fibra óptica y la digitalización total o parcial de los sistemas ha permitido ofertar servicios de banda ancha como: telefonía, internet y televisión de alta definición.

Al hablar del cable de cobre y la fibra óptica se habla de los sistemas de comunicaciones, que nacieron por la necesidad de comunicarse, a partir de ese momento se impulsó el desarrollo de distintos medios de comunicación, partiendo desde la escritura y su mecanización hasta los

medios audiovisuales que están ligados con la era de la electricidad, la revolución de la informática y las telecomunicaciones.

Los sistemas de transporte de información son cada día más necesarios ya que vivimos en un mundo que se basa en los principios de la comunicación. Tomando en cuenta los distintos avances tecnológicos que han sucedido a lo largo de la historia, nos daremos cuenta que su mayoría están vinculados a la necesidad de estar comunicados.

Los sistemas de transporte implementados anteriormente, no ofrecen las características necesarias para satisfacer el creciente flujo de información que se genera en la actualidad por las diversas aplicaciones que se desarrollan para solucionar problemas cotidianos de la vida de los seres humanos, es por eso que hoy en día se habla de redes convergentes capaces de entregar mayor tasa de transferencia a velocidades extremadamente altas, ofreciendo calidad, seguridad y confiabilidad a los usuarios de las aplicaciones.

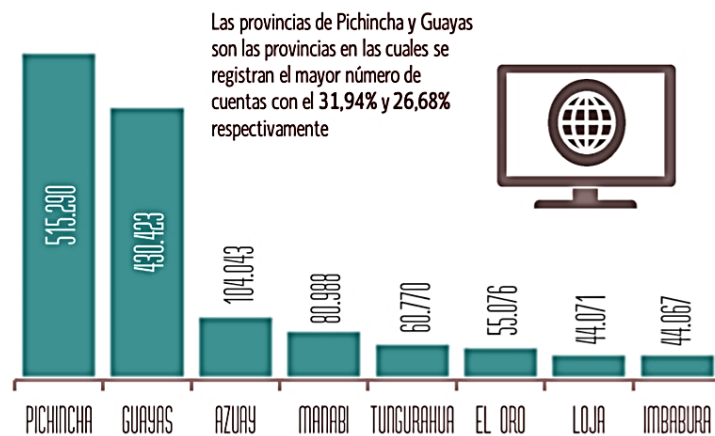
El Ecuador no es la excepción ya que también se va dando un desarrollo e innovación en las comunicaciones de todo tipo, tanto en la infraestructura física como lógica de las redes y los equipos que exigen un mayor ancho de banda y tasas de transferencias, para soportar la demanda de los servicios de los usuarios como son telefonía, internet y televisión.

En este aspecto se puede mencionar a las redes híbridas como es HFC, esta tecnología hizo su aparición a mediados de los 90, su nombre se debe ya que está compuesta tanto de fibra óptica como de cable de cobre. Esta tecnología divide a los usuarios finales en zonas agrupándolos en grupos que están entre 200 a 500 usuarios llamándolos nodos, la señal que llega a cada nodo es mediante fibra óptica y dentro de cada nodo es repartida por cable coaxial. Tiene la característica de ser bidireccional y multiservicio, en otras palabras, tiene la capacidad de enviar y recibir datos (TV, internet, telefonía IP).

Ecuador ha experimentado un aumento histórico de ciudadanos que han accedido al servicio de internet, destaca el Ministerio de Telecomunicaciones. De acuerdo con sus cifras, en 2008, un 25,74% tenía acceso a esta herramienta, mientras que en 2016 esa cifra se ubicó en el 55,63% es decir, que más de la mitad de Ecuador aprovecha esta tecnología.

Detalla que hasta el 2016, el 41,62% de las personas que utilizan el internet para actividades relacionadas con información y trabajo. Asimismo, el 34,09% de las personas utilizaron este para temas de comunicación y entretenimiento. Además, hay porcentajes menores de personas que utilizan internet para otras tareas. Por ejemplo, el 0,74% lo hace para obtener películas, música y software; así como, el 0,82% utiliza esta tecnología para leer libros electrónicos.

Este proyecto pretende desarrollar sobre una plataforma de comunicaciones híbrida interoperable de código abierto para luego mostrar un estudio más detallado del sistema HFC con sus características, proceso de instalación, funcionalidades, limitaciones y algunas prácticas sencillas de su funcionamiento.



**Grafico 1:** Estadística de cuentas de internet fijo por provincia

**Fuente:** Agencia de regulación y control de las Telecomunicaciones. 2016

## SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Hay la necesidad de una propuesta técnica y económica de una red HFC que establezca la factibilidad para el servicio de IPTV en la parroquia Calpi para la empresa RIOTELECOM-NETWORK?
- ¿Existe los requerimientos necesarios para la implementación de una red HFC para la parroquia de Calpi?
- ¿Cuál es el diseño que satisface la demanda de la parroquia Calpi?
- ¿Qué equipos y medios de transmisión son más adecuados para el diseño de la red?
- ¿Cuál es la propuesta técnica y económica más factible para ser presentada a la empresa RIOTELECOM-NETWORKS?

## **JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

El crecimiento de la población en el Ecuador ha afectado a varios sectores estratégicos y uno de esos ha sido el sector de las comunicaciones ya que cada vez hay más personas con la necesidad de estar comunicado de una u otra forma con su entorno, con lo que se genera una saturación en las redes de transporte de información existentes debido a que hace algunos años no se contemplaba tener aplicaciones y servicios que demanden de grandes tasas de transferencia para su correcto funcionamiento.

Este caso de estudio es necesario para evaluar la pertinencia de una red de comunicaciones que se despliegue en el hogar del futuro, para que soporte esos requerimientos, a partir de los datos presentes y tomando en cuenta las tendencias actuales. El consumo de recursos de red por parte de los nuevos servicios digitales hace necesario replantear a la red de acceso que actualmente es predominantemente mediante cobre, para ver si puede ser reemplazada o pasar a ser una red secundaria frente a una red de nueva generación con infraestructura cableada principalmente e incluso con salidas de datos de fibra óptica hasta los dispositivos del usuario final.

Según un boletín estadístico del sector de telecomunicaciones (Publicado por la ARCOTEL) La televisión es uno de los servicios más solicitados en todo el mundo. Actualmente la mayoría de hogares cuenta con un televisor, en el caso de Ecuador el 86,2% de los hogares dispone de al menos un aparato.

Por este motivo se ve prudente el estudio y diseño de una nueva infraestructura de comunicaciones con tecnologías actuales que cumpla con los estándares, requerimientos y demandas para ser considerada una red de nueva generación con la cual se pueda cubrir casi totalmente el área del sector centro de la parroquia Calpi brindando los mismos y algunos nuevos servicios de manera más eficiente y rápida para lograr la satisfacción de los moradores del sector.

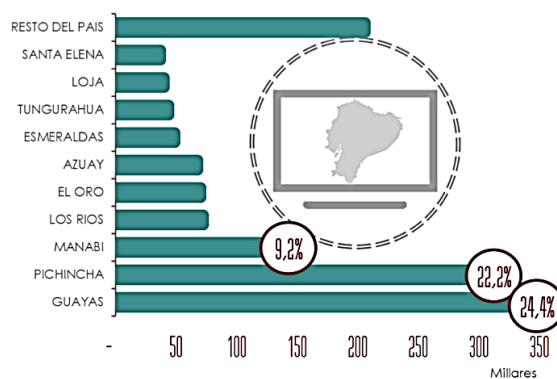
La población aprovecha la televisión para informarse, para entretenimiento, educación o incluso enciende el televisor como dispositivo de acompañamiento, el uso de la televisión en el país ha incrementado en un 21,4%. Por este motivo, el servicio de audio y video por suscripción ha presentado un crecimiento notable en los últimos años a nivel nacional, sobre todo por la alta demanda de televisión.

En este sentido el servicio de Audio y Video por Suscripción (AVS) presenta una penetración de 28,70%, lo cual se entiende como el porcentaje de suscriptores de televisión pagada con relación a la población total.

El servicio de audio y video por suscripción (AVS) es aquel que recibe señales de imagen, sonido, multimedia y datos, destinados exclusivamente a un público particular de suscriptores o abonados, dada una suscripción por medio de un proceso de codificación y decodificación de la señal.

Las tecnologías utilizadas en la televisión de pago son el cable, transmisión satelital, por ondas terrestres (analógica o digital), Servicio de Distribución Multipunto por Microondas (MMDS) y televisión vía IP (IPTV). Con respecto a la IPTV, en algunos países aún no es una tecnología destacada, y se espera que con el crecimiento del acceso a la banda ancha pueda tener un mayor despliegue.

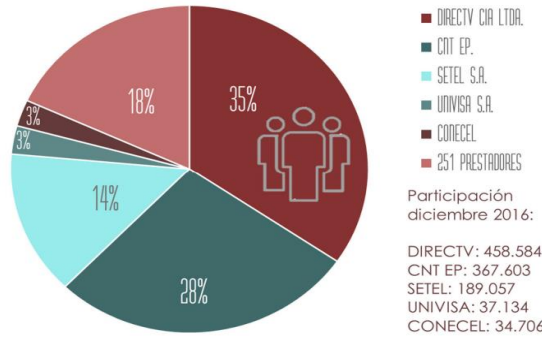
De acuerdo a la información reportada por parte de los sistemas que brindan el servicio de audio y video por suscripción (AVS), se establece que, en el ámbito nacional hasta diciembre del año 2016, existieron un total de 1.327.410 suscriptores como se muestra en el gráfico 2-1.



**Gráfico 2:** Estadística de suscriptores por provincia

**Fuente:** Agencia de regulación y control de las Telecomunicaciones. 2016

Considerando todas las modalidades de acceso (satelital, por cable y codificado terrestre) al mes de diciembre del año 2016 se tiene que las 5 empresas de las 245 registradas, que cuentan con la mayor participación del mercado son Directv Ltda con el 35%, la Corporación Nacional de Telecomunicaciones con el 28%, Grupo TV Cable con el 14%, Univisa con el 3% al igual que Conecel con el 3%. Gráfico 3-1



**Gráfico 3:** Estadística de participación de mercado AVS

**Fuente:** Agencia de regulación y control de las Telecomunicaciones. 2016

Se ha captado el interés de la población acerca de la implementación de un relativamente nuevo servicio denominado IPTV (televisión a través del protocolo de internet) y Video bajo demanda. Por lo tanto, también se llevará a cabo paralelamente un estudio acerca de este servicio sobre la nueva red propuesta a desplegar. Además de la penetración que este tendría, el impacto que tendría sobre la red y los beneficios que este podría brindar.

## JUSTIFICACIÓN APLICATIVA

Para el experto en telecomunicaciones, José Pileggi, el mayor acceso a estas tecnologías tiene un impacto transversal en las actividades, incluso en la forma de hacer negocios. “Una empresa sin acceso a internet no cabe en la imaginación, pero hace 15 años era normal cuando se usaba el fax y que ahora es parte de la historia”, expresó Pileggi, para quien la movilidad y la competitividad han aumentado por estas redes de comunicación.

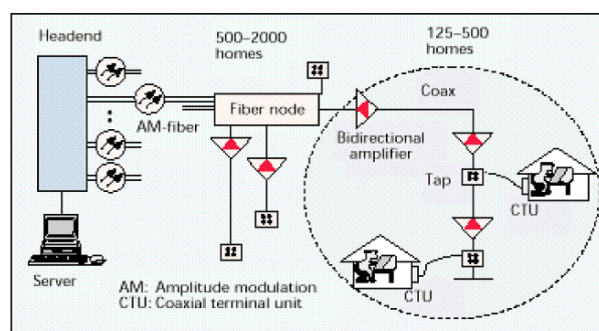
Para el actual Gobierno, otra de las intenciones es convertir a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en uno de los ejes de transformación productiva y desarrollo económico. El uso de recursos técnicos definiría también nuevos modelos de participación ciudadana.

En el Ecuador al igual que en otros países se ha venido dando una innovación en las redes de comunicaciones, más específicamente la sustitución de las redes de cobre por redes de Fibra óptica o redes híbridas ya que ofrecen mayores prestaciones. El problema es que no en todas las localidades se ha desplegado este tipo de redes ya que el factor económico es una limitante y solo se ha dotado de esta infraestructura a las principales ciudades de las provincias.



Con lo mencionado anteriormente, se ve que la Parroquia de Calpi es uno de los sectores que carece de una red de nueva generación, teniendo en cuenta el crecimiento de la población y el desarrollo tecnológico. Se ve la necesidad de dotar a esta parroquia de un sistema de comunicaciones capaz de soportar este crecimiento tratando de optimizar los costos, pero sin afectar el desempeño.

Por tal motivo, se propone realizar el diseño del sistema de comunicaciones HFC que tenga las prestaciones adecuadas para el servicio de IPTV, en la figura 1-1 se expone el posible esquema de interconexión de la red.



**FIGURA 1:** Esquema de interconexión tentativo de IPTV sobre HFC

Fuente: [http://www.aulawiki.info/ampliacion/t3-acceso\\_resid\\_B\\_A.htm](http://www.aulawiki.info/ampliacion/t3-acceso_resid_B_A.htm)

## OBJETIVOS

### OBJETIVOS GENERALES

- Elaborar una propuesta técnica y económica de una red HFC para el servicio de IPTV en la parroquia de Calpi, para la empresa “RIOTELECOM-NETWORK”.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar las características principales de los sistemas de comunicaciones HFC que permiten el tráfico de IPTV.
- Diseñar la infraestructura de red de comunicaciones HFC para el servicio de IPTV enfocado a los requerimientos del sector de Calpi.
- Realizar un presupuesto de los equipos, tecnología e instrumentos necesarios para el servicio de IPTV sobre la infraestructura HFC.
- Elaborar la propuesta del proyecto técnico de implementación del servicio ofertado.

## CAPITULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Redes HFC

##### *1.1.1. Definición*

El origen de las redes HFC se produjo con la introducción de tecnología óptica que hizo posibles topologías de red que facilitan el transporte de señales bidireccionales a mayores distancias. De este modo, las redes de cable pasaron de ser sistemas de pura distribución a convertirse en sistemas completos de telecomunicaciones, capaces de proporcionar servicios interactivos de voz y datos (Berrocal Colmenarejo, et al., 2009, p. 6)

La red HFC, son redes de acceso terrestres cableadas, basadas en una infraestructura de tipo híbrido que combina fibra óptica y cable coaxial. La razón por la cual se combina estos dos tipos de medios de transmisión, es para aprovechar las bajas pérdidas de la fibra y la fácil instalación del cable coaxial.

Este tipo de red parte de las redes de televisión por cable que fueron adicionando una mejora al incorporar un canal de retorno y protocolos para el envío y recepción de datos, dando lugar a una red de banda ancha, facilitando así la transmisión de diferentes servicios, como son: datos, televisión por cable, telefonía, así como también servicios de IPTV y VoD (Video on Demand). (Bechara, 2008, p. 72)

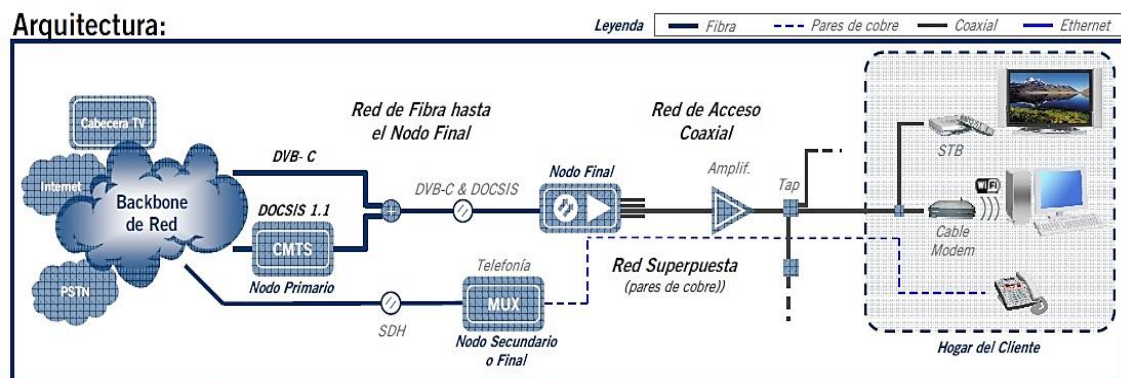
Las características más destacables de HFC con respecto a CATV son:

- Implementación de fibra óptica en la red.
- Cables con menos pérdida.
- Amplificadores bidireccionales.
- Tasas de transferencia más elevadas
- Soporta nuevos servicios
- Mayor área de cobertura

### 1.1.2. Arquitectura de la red HFC

Como ya se mencionó anteriormente, la red HFC es una red híbrida que consta de dos partes, una red troncal conformada por fibra óptica de alta velocidad y por otra parte de una red de distribución que llega hasta el usuario a través de cable coaxial, por ende, a continuación, se menciona cada una de los segmentos que conforman una red HFC y se detalla el funcionamiento de cada una de las partes, como se muestra en la figura (2-1), la red está formada por cinco partes, como se define a continuación:

- Cabecera.
- Red troncal.
- Red de distribución.
- Red de acceso.
- Red interior de cliente.



**Figura 1-1:** Arquitectura de una red HFC.

**Fuente:** [http://1.bp.blogspot.com/\\_kqIk9vFEC54/TL4B5y0m\\_BI/AAAAAAAAAAo/JD2W3ExdikU/s1600/Dibujo.bmp](http://1.bp.blogspot.com/_kqIk9vFEC54/TL4B5y0m_BI/AAAAAAAAAAo/JD2W3ExdikU/s1600/Dibujo.bmp)

#### 1.1.2.1. Cabecera

Su principal función es combinar las distintas fuentes de programación, ubicándolas en los canales del espectro del cable, con la modulación de los receptores analógicos convencionales, las señales de banda base se entregan a moduladores AM-VSB de frecuencia fija, uno por canal del coaxial, los cuales modulan y sitúan cada programa en su canal correspondiente. A la salida de cada modulador AM-VSB se obtiene un canal con 6 MHz de ancho de banda (sistema NTSC) ubicado en alguno de los canales disponibles en la banda entre 55 y 870 MHz. (Berrocal Colmenarejo, et al., 2009, pp. 11-12)

En esta parte de la red como se indica en la Figura (3-1), se encarga de la recepción, procesamiento, y multiflexación de las distintas señales recibidas o contenidos, que posteriormente serán enviados a través de la red. Además, aquí se monitorea y verifica el buen funcionamiento de la red, adicionalmente se encarga de seleccionar los principales equipos de acceso a varios servicios ya sea datos, televisión y telefonía.

Inicialmente la cabecera solamente recibía datos y los transmitía, pero actualmente debido a la bidireccionalidad que ofrece las redes HFC, permite no solo la transmisión, sino también la recepción de datos, provenientes de los clientes, método por el cual permite soportar las nuevas tecnologías y servicios que demandan los usuarios. (Narváez & Aguilar, 2015, p. 11)

Está formado por:

- Antenas.
- Moduladores y Demoduladores.
- Codificadores de audio, datos y video.
- Transmisores ópticos.
- Receptores ópticos.
- CMTS



**Figura 2-1:** Cabecera HFC.

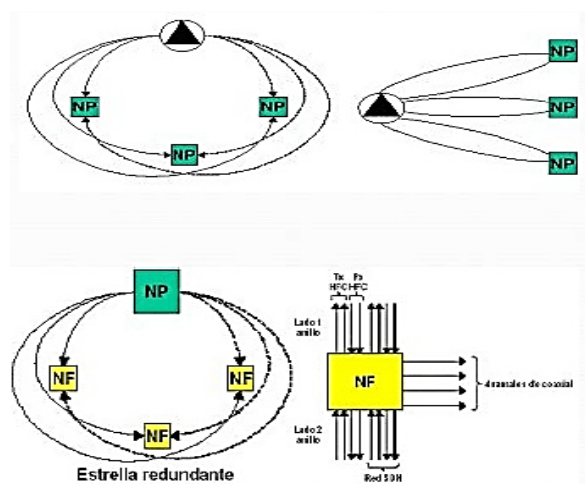
**Fuente:** <https://alexalvarez0310.files.wordpress.com/2009/12/dibujo6.jpg>

### 1.1.2.2. Red troncal

Normalmente, las redes troncales son redes ópticas con una topología a dos o tres niveles, lo que permite la cobertura de una gran área. Desde la cabecera hasta cada nodo primario se tiran fibras punto a punto a través de dos caminos directos redundantes, configurándose una topología en anillo. Las fibras para el resto de los nodos primarios, también punto a punto, discurren a través de las mismas canalizaciones, pero sin tener conexión con el nodo primario. (Berrocal Colmenarejo, et al., 2009, p. 17)

Es el tramo de fibra óptica que se encarga de la transmisión de contenido, desde la cabecera hasta los nodos finales, interconectando los diferentes equipos de comunicación como son: receptores ópticos, post amplificadores, divisores ópticos y transmisores ópticos, de esta manera se obtiene la reducción de amplificadores en cascada, por lo tanto, brindando una mayor cobertura. (Narváez & Aguilar, 2015, p. 12)

Se divide en dos partes, como se indica en la Figura (4-1). La de red troncal primaria, formando una topología tipo anillo o estrella, que une la cabecera con los nodos primarios, dando una mayor cobertura de hasta 15000 clientes; mientras que la red troncal secundaria interconecta los nodos principales con los finales, brindando una menor cobertura. (Bechara, 2008, p. 72)



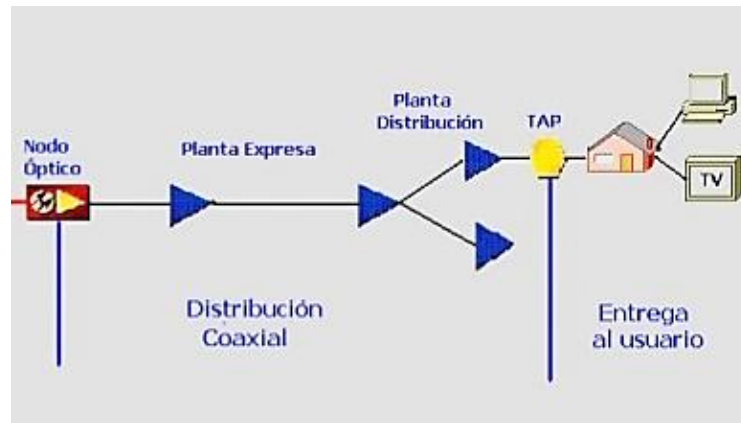
**Figura 3-1:** Esquema de red troncal.

Fuente: <https://alexalvarez0310.files.wordpress.com/2009/12/dibujo6.jpg>

### 1.1.2.3. Red de distribución

Esta parte de la red se encarga de la distribución de la señal, mediante cable coaxial que va desde el nodo óptico final, hasta los Taps terminales, donde se realiza la última derivación antes de los hogares, el cual está estructurado por una topología tipo árbol-rama como se muestra en la Figura (5-1), en el que se encuentran diferentes elementos tanto activos y pasivos como son, amplificadores, fuentes de poder, Splitters o Divisores, acopladores y Taps. (Narváez & Aguilar, 2015, p. 14)

En sentido descendente, debe cumplir requisitos muy estrictos en lo que se refiere al ancho de banda a amplificar (50-860 MHz) y a potencia suministrada (debido a la importante atenuación del cable a estas frecuencias y las múltiples derivaciones que pueden existir hacia los usuarios). Por el contrario, en el sentido ascendente pueden utilizarse configuraciones más sencillas, dado que el ancho de banda a cubrir en la parte baja del espectro es menor. (Berrocal Colmenarejo, et al., 2009, p. 22)



**Figura 4-1:** Red de distribución.

Fuente: <https://image.slidesharecdn.com/cursohfcaprendices-150916030145-1va1-app6892/95/curso-hfc-aprendices-7-638.jpg?cb=1442372570>

#### 1.1.2.4. Red de acceso

Es la parte de la red que parte desde las Taps (Punto de Acceso Terminal), hacia el punto donde se pretende inicie la red del usuario, adquiriendo una topología tipo estrella, ya que cada cliente tiene su cable particular procedente del punto de derivación terminal, Esta red finaliza justo en el exterior de la vivienda el cliente, donde comenzará la red interior de cliente (RIC), tal como se indica en la Figura 2-1.

#### 1.1.2.5. Red interior de cliente

Conforma el tramo de red, que va desde el punto de terminación de red hacia el interior de la vivienda, desembocando en los equipos terminales del abonado, como es el decodificador de televisión o Cable módems, tal como se indica en la Figura 2-1. (Bechara, 2008, p. 82)

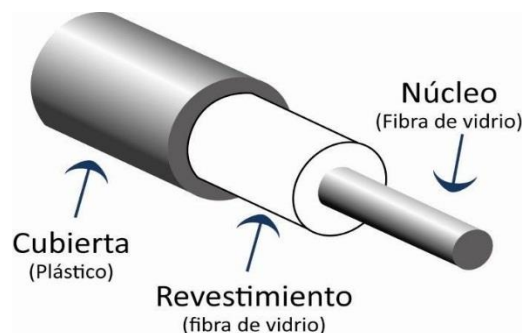
### 1.1.3. Medios de transmisión

Como ya se ha mencionado, los medios de transmisión que utiliza las redes HFC es la fibra óptica y el cable coaxial. Por tal motivo es de suma importancia dar a conocer las características más destacados de dichos medios.

#### 1.1.3.1. Fibra óptica

Para tener conocimiento acerca de lo que es la fibra óptica como medio de transmisión, revisaremos como lo explica Gil:

*Si en los medios de comunicación anteriores la información se transmitía en forma de tensión o corriente eléctrica, en las fibras ópticas las señales se transmiten en forma de luz. Las fibras ópticas están constituidas por un núcleo de cristal de silicio por el que se envía un haz de naturaleza óptica que codifica la información. El núcleo está rodeado por un recubrimiento que puede ser otro cristal o plástico con propiedades ópticas distintas al núcleo como se ve en la Figura 6-1. La separación entre el núcleo y el revestimiento actúa como un reflector, confinando así el haz de luz dentro del núcleo. Este recubrimiento a su vez suele disponer también de una protección adicional con el objetivo de evitar que le afecte factores externos como la humedad. Con todo, las fibras ópticas son significativamente más finas que los medios de transmisión anteriores y con un menor peso. Los principales tipos de conectores empleados son: El conector FC se usa en la transmisión de datos y en las telecomunicaciones. El FDDI, se usa para redes de fibra óptica de datos. El LC y MT-Array se utilizan en transmisiones de alta densidad de datos. El SC y SC-Dúplex se utilizan para la transmisión de datos y, finalmente, el ST o BFOC se usa en redes de edificios y en sistemas de seguridad. (Gil, et al., 2010, p. 86)*



**Figura 5-1:** Estructura de un cable Fibra óptica.

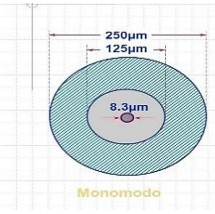
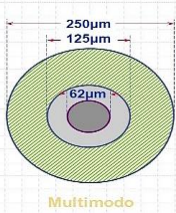
**Fuente:** <https://userscontent2.emaze.com/images/c62d92f9-2f40-43a1-bad4-f87b70f3b679/7f90bf1b924cab43272f6e2676f8ceb9.jpg>

La tasa de transferencia máxima que puede alcanzar la fibra óptica depende de tres características fundamentales:

- De las propiedades de los materiales utilizados en la elaboración. (Vargas , 2010, p. 15)
- De la anchura espectral de la fuente de luz, mayor sea esta anchura, menor será la capacidad de transmisión de información. (Vargas , 2010, p. 15)
- Del diseño geométrico de la fibra. (Vargas , 2010, p. 15)

La fibra óptica presenta dos tipos, según la relación núcleo/revestimiento como se indica en la tabla 1-1):

**Tabla 1-1:** Tipos de fibra óptica

Tipos	Características	Dimensiones
Monomodo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmisión en la longitud de onda 1260 a 1640 nm</li> <li>• Gran ancho de banda</li> <li>• Baja atenuación</li> <li>• Acceso/medio y largo alcance de redes (&gt;200km)</li> </ul>	 <p>Monomodo</p>
Multimodo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmisión en la longitud de onda 850 a 1300nm</li> <li>• Ancho de banda limitado</li> <li>• Alta atenuación</li> <li>• Alcance (&lt;2km)</li> </ul>	 <p>Multimodo</p>

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

Fuente: <http://slideplayer.es/149290/2/images/14/Di%C3%A1metros+T%C3%ADpicos+para+Fibra.jpg>

La Fibra óptica multimodo transmite varios modos al mismo tiempo, sin embargo, se tiende a igualar la velocidad de todos ellos de manera que todos los haces de luz llegan aproximadamente en el mismo instante al extremo. para conseguir esto, el núcleo presenta un índice de refracción superior en la parte central y dicho índice va disminuyendo progresivamente en la periferia. Esto provoca que la luz periférica llegue al receptor al mismo tiempo que los rayos axiales del núcleo. (Gil, et al., 2010, p. 87)

Fibra óptica monomodo. Es un tipo de fibra mucho más cara, pero con mejores prestaciones ya que gracias al diámetro reducido que presenta su núcleo solo permite el paso de una magnitud de la longitud de onda a través de ella, eliminando el problema que presenta la fibra multimodo.



### 1.1.3.2 Cable Coaxial

El cable coaxial es un medio de transmisión, muy utilizado para el transporte de señales de televisión y sobre todo en las redes HFC. Cuya estructura se compone de dos conductores concéntricos, el conductor central o núcleo, de tipo cable sólido, el conductor externo conocido como malla o blindaje, de forma cilíndrico aislado del conductor central por medio de un material dieléctrico, finalizando con una cubierta externa que sirve de protección de toda la estructura, como se muestra en la figura (7-1). (Fichamba, 2015, p. 26)

El conductor interior tiene el propósito transportar la señal y cuanto mayor es su diámetro, menor es la atenuación resultante.



**Figura 6-1:** Estructura cable coaxial.

**Fuente:** <https://www.bachecubano.com/images/VENDO-CABLE-COAXIAL-RG-6-Y-RG-59-TRENZADO-EN-COBRE-EL3.jpg>

Dicho medio se utiliza para la transmisión de señales en banda ancha y banda base. Tiene una impedancia de 75 ohms para transmisiones en banda ancha, utilizada para red de CATV y antiguamente en redes LAN para cubrir largas distancias, pero con atenuaciones en la señal por lo que requiere amplificadores. Posee un mayor ancho de banda que el coaxial de banda base.

El cable de banda base es utilizado para transmisión digital, ya que admite un mayor ancho de banda y una alta inmunidad al ruido, proporcionando una impedancia de 50 ohms.

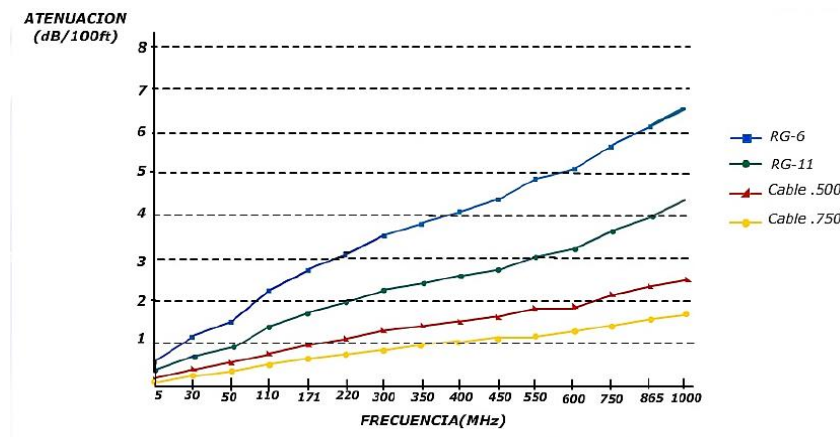
Al momento de seleccionar los cables coaxiales se considera algunos parámetros más importantes como son:

Impedancia ( $Z_0$ ). Es el valor de la resistencia u oposición al flujo de electrones presentes en la línea de transmisión. Valor el cual debe ser constante a lo largo del cable, esto se basa en la geometría del cable, calidad del conductor y uniformidad del dieléctrico. (Díaz, 2014, p. 14)

Atenuación. Es la relación entre la potencia de señal de entrada con respecto a la de la salida, valor que varía con la distancia del cable y la frecuencia, presentándose como la disminución de la amplitud a lo largo del cable coaxial, esto a causa de la pérdida de resistencia en el dieléctrico y conductor. (Díaz, 2014, p. 14)

Pérdidas de retorno. Es un parámetro de precisión de ondas electromagnéticas reflejadas, ya que estas ondas disminuirán la señal. (Díaz, 2014, p. 14)

Existen diferentes tipos de cable coaxial, como se muestra en la figura 8-1, cada una con la atenuación que presenta a diferentes frecuencias.



**Figura 7-1:** Atenuación de cables con respecto a la frecuencia.

Fuente: <https://html1-f.scribdassets.com/8jrzq6u0jk1hn1c5/images/7-c88b7feb0e.jpg>

#### 1.1.4 Elementos activos de la red HFC

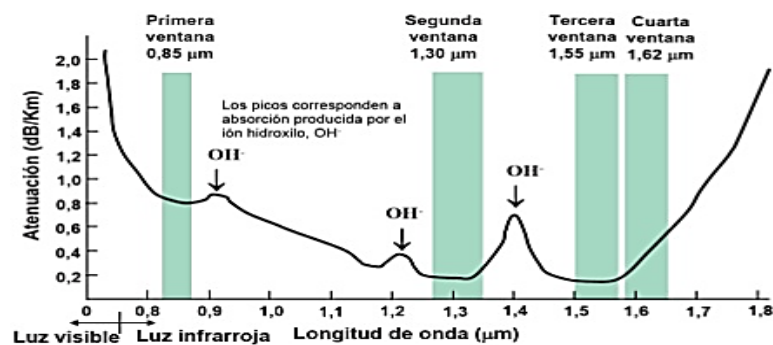
##### 1.1.4.1 Transmisor Óptico

Este dispositivo es el encargado de la conversión de la señal eléctrica de radio frecuencia a señal de pulsos ópticos, que se transmiten en diferentes longitudes de onda ( $\lambda$ ). Las longitudes de onda se encuentran determinadas en las ventanas ópticas, que están entre 750nm y 1650 nm, siendo la primera ventana 850 nm, la segunda 1310 nm, la tercera Ventana 1550 nm y la cuarta ventana

1650 nm, tal como se indica en la Figura 9-1. Cada una de estas ventanas ópticas definen la calidad de transmisión de información. (Fichamba, 2015, p. 131)

Para este proceso, es necesario que las fuentes ópticas, ya sean diodos led o laser, envíen la suficiente potencia óptica hacia la red de fibra, superando las pérdidas que sufre la señal en su recorrido.

Las utilizaciones de dichas fuentes ópticas difieren en su costo, ya que las fuentes láseres son más caros que los leds, por tener alta eficiencia de acoplamiento y directividad, además que generan un haz de luz casi monocromática, también es sensible a la temperatura por lo que, usa realimentación para estabilizarlo, permitiendo un gran ancho de banda en el orden de los GHz.



**Figura 8-1:** ventanas de transmisión.

Fuente: <https://image.slidesharecdn.com/tema2a-150721205753-lva1-app6892/95/redes-pdh-4-638.jpg?cb=1437512296>

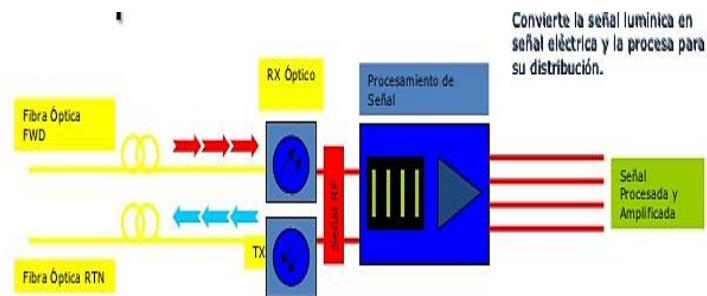
#### 1.1.4.2 Nudo Óptico

Es el equipo que está compuesto por un receptor óptico que se encarga de convertir la señal de pulsos ópticos a señal eléctrica de radiofrecuencia para el enlace de bajada (Cabecera-Nodo). Un transmisor óptico: convierte la señal eléctrica de radiofrecuencia a pulsos ópticos para el enlace de subida (nodo -Cabecera), además que amplifica la señal en ambos sentidos para posteriormente ser enviada a un equipo terminal, o a una cascada de repetidores tal sea el caso, tal como se indica en la Figura 10-1.

Existen dos tipos de detectores más utilizados: fotodiodo APD y PIN.

Fotodiodo PIN (Positive Intrinsic Negative): Es sensible a la incidencia de la luz visible o infrarroja está formado por materiales con alta conductividad (p y n) aislados por un área intrínseca menos conductiva. El diodo se polariza inversamente para acelerar las cargas presentes en esta zona intrínseca, que se dirigen a los electrodos, donde aparecen como corriente. Es altamente fiable, tiene bajo ruido y es más fácil de elaborar. (Fichamba, 2015, p. 132)

Diodo APD (Avalanche Photo Diode); También son diodos polarizados inversamente se compone de una estructura p i p n. está formado por materiales diez veces más sensibles que los diodos PIN. Tiene tiempos de transición muy largos y su vida útil es muy corta. (Fichamba, 2015, p. 132)



**Figura 9-1:** Estructura de un nodo óptico.

**Fuente:** <https://image.slidesharecdn.com/redeshibridasdefibrapticaycablecoaxial-090321003949-phpapp01/95/redes-hibridas-de-fibra-ptica-y-cable-coaxial-6-728.jpg>

#### 1.1.4.3 Amplificadores de radiofrecuencia

Estos equipos están en la capacidad de regenerar la señal o mantener constante la ganancia en toda la red de distribución, a medida que recorre largas distancias pasando por elementos pasivos de la red que generan atenuaciones, se muestra la forma del Amplificador en la figura 11-2.



**Figura 10-1:** Amplificador de radiofrecuencia.

**Fuente:** <http://123coolpictures.com/line+extender+amplifier?image=1000897041>

### 1.1.5 Elementos Pasivos de la red HFC

Se caracterizan por permitir el paso de la corriente alterna, hacia los elementos activos de la red para que puedan funcionar. Estos elementos no necesitan la alimentación de ninguna fuente de energía, por lo cual no proveen ganancias. Dentro de la red HFC se identifican los elementos más comunes como son los taps y splitters. (Arias, 2004, p. 6)

#### 1.1.5.1 Tap

Son equipos herméticamente cerrados con una carcasa de aluminio reforzado, son excelentes para instalaciones aéreas. Se encarga de la distribución de la señal hacia el cliente final, presentan diferentes atenuaciones que se tiene a cada salida del dispositivo:(23dbm,20dbm ,17dbm ,14dbm ,10 dbm,7dbm,4dbm). Trabajando en el rango de frecuencia de 5 a 1000 MHz. En la figura 12-se muestra un ejemplo de tap.



**Figura 11-1:** Vista superficial de un Tap x8

**Fuente:** <http://www.tuolima.com/uploads/catv-splitter-tap-outdoor-dt-8xx.jpg>

#### 1.1.5.2 Splitter

Dispositivo que se encarga de la derivación de la señal. Dependiendo sus características puede tener diferente número de divisiones y pérdidas a la salida. En la figura 13-1 se muestra un ejemplo de Splitter.



**Figura 12-1:** Splitter de dos salidas

**Fuente:** <http://www.scientificsatellite.net/detalle/splitter-digital-catv-de-2-vias-.html>

### **1.1.6 Tecnología de acceso HFC**

La estandarización nace por la necesidad de introducir el servicio de datos y no solo televisión a través de las redes HFC. Por lo cual, los diferentes fabricantes de equipos debían dar solución a este inconveniente, pero sin la limitante de interoperabilidad. Debido a esta situación, fabricantes y operadores se ven en la obligación de estandarizar tecnologías creando así CableLabs, una corporación sin fines de lucro que se dedica a brindar soluciones en lo que es el desarrollo y regularización de estándares para cable operadores y fue quien estableció el estándar DOCSIS.

DOCSIS son las siglas de los términos ingleses "Data Over Cable Service Interface Specification" que en castellano significan especificación del interfaz para servicios de datos sobre cable. Se trata de un estándar que define los requisitos de la interfaz de comunicaciones y operaciones para los datos sobre sistemas de cable, lo que permite añadir transferencias de datos de alta velocidad a un sistema de televisión por cable (CATV). En muchos casos sirvió para proporcionar acceso a Internet sobre una infraestructura HFC (red híbrida de fibra óptica y coaxial). (Boronat, et al., 2008, p. 153)

Se trata de una transmisión de datos bidireccionales de alta velocidad. La información es enviada desde el proveedor hacia el usuario en la banda del espectro de los 50 a los 860 MHz, en cambio el flujo de subida (desde el usuario hasta el proveedor) se realiza desde la banda de los 5 a los 42 MHz. El ancho de banda de bajada es mucho mayor que el de subida debido a que la cantidad de información descargada desde la red es mucho mayor. (Boronat, et al., 2008, p. 153)

En la versión Docsis 1.1 la transmisión de bajada permite la modulación 64-QAM y 256-QAM sobre canales de 6 MHz de ancho de banda. En el esquema de 64-QAM, la tasa máxima de transferencia es aproximadamente 27 Mbps. Si en lugar de utilizar la modulación 64-QAM se utiliza 256-QAM se obtiene una tasa máxima total de transferencia de datos de 42,88 Mbps. En el caso de canal de subida, la norma DOCSIS 1.1 permite dos formatos de modulación (QPSK y 16-QAM) y cinco tasas de transferencia diferentes, relacionadas con el ancho de banda del canal que ocupan. (Boronat, et al., 2008, p. 153)

La siguiente versión del estándar DOCSIS fue la versión 2.0 y fue publicada en el año 2002. La principal diferencia entre DOCSIS 1.1 y DOCSIS 2.0 es que en este último el ancho de banda de

subida es mayor y se permite la modulación de 64-QAM, lo cual permite una tasa de transferencia nominal de unos 27 Mbps. Hay que tener en cuenta que existe la versión europea de DOCSIS denominada EuroDOCSIS. La principal diferencia es que, en Europa, los canales de cable tienen un ancho de banda de 8 MHz (PAL), mientras que, en otros países, es de 6 MHz (NTSC). (Boronat, et al., 2008, pp. 153-154)

En agosto de 2006 empezaron a salir las primeras especificaciones de DOCSIS 3.0, pero no ha sido hasta el año 2008 cuando estas especificaciones han sido estandarizadas. Su principal novedad reside en el soporte del direccionamiento IPv6 y el "channel bonding", que permite utilizar varios canales simultáneamente, tanto de subida como de bajada, por lo que la velocidad puede superar los 100 Mbps en ambos sentidos. Las primeras versiones de Cable Módem Docsis 3.0 proporcionarán velocidades de pico de hasta 152 Mbps (agregación de 4 canales de 38 Mbps) a los usuarios finales. Esta tecnología es la competencia más directa de las redes FTTH. (Boronat, et al., 2008, p. 154)

Para el funcionamiento de esta tecnología es necesario la adquisición de dos terminales: un CMTS equipo ubicado en la cabecera HFC, esta puede ser integrada o modular. Un CMTS integrada presenta una unidad para interfaces RF y una para interfaces de downstream. A diferencia un CMTS modular, el tráfico descendente se procesa por separado a través de moduladores de cable.

Admite servicios de monitoreo y gestión, entre el sistema de gestión de red (NMS) y el CMTS. Fue diseñado con el propósito de transportar tráfico de Internet de alta velocidad. La tecnología de próxima generación es actualmente la versión de DOCSIS 3.0, provee capacidad suficiente para soportar el servicio de IPTV Y VoD IP multicast, definiendo los formatos de modulación y protocolos necesarios para dicho servicio sobre las redes HFC. (Fichamba, 2015, p. 123)

A continuación, en la Tabla 2-1 se muestra una comparativa entre las diferentes versiones del estándar DOCSIS.

**Tabla 2-1:** Especificaciones versiones estándar DOCSIS

Especificación	DOCSIS 1.0	DOCSIS 1.1	DOCSIS 2.0	DOCSIS 3.0
Máxima capacidad de ancho de banda downstream (Mbps)	40 y 55	40 y 55	40 y 55	160
Máxima capacidad de ancho de banda upstream (Mbps)	10	10	30	120
Frecuencia para downstream (Mhz)	50-750	50-750	88-870	88-1002
Frecuencia para upstream (Mhz)	5-42	5-42	5-42	5-42 5-85 (opcional)
Modulación	QPSK y 16 QAM	QPSK y 16 QAM	QPSK, 8/16/32/64/128 QAM	QPSK, 8/16/32/64/128/256 QAM
Ancho de canal ascendente (MHz)	0.2, 0.4, 0.8, 1.6 y 3.2	0.2, 0.4, 0.8, 1.6 y 3.2	0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2 y 6.4	1.6, 3.2 y 6.4. (0.2, 0.4, 0.8 opcional) Soporte
Soporte para IPv6	No	No	No	Si

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

### 1.1.7 Tecnología IPTV

#### 1.1.7.1 Definición

IPTV se define como servicios multimedia transmitidos sobre redes basadas en IP, tales como video/eventos bajo demanda, televisión, audio, texto, y datos. Obteniendo calidad de Servicio (QoS), seguridad, confiabilidad e interactividad. Entregando estos servicios por una red privada. (CORO & CRUZ, 2016, p. 11)

Dentro de las características que ofrece IPTV se tiene las siguientes:

- Reducido ancho de banda: IPTV permite a los proveedores de servicio aprovechar el ancho de banda, al emplear modernos codificadores, y emitiendo los contenidos audiovisuales solo cuando el usuario los requiere, permitiendo así reservar el ancho de banda para otros servicios adicionales en la red. (Boronat, et al., 2008, p. 85)
- Interactividad. Gracias a la comunicación bidireccional, le permite al usuario en una transmisión de televisión en vivo, pausar (Time shift), adelantar (forward), o volver atrás (review), o además tiene un servicio punto a punto el cual le permite solicitar una programación en específico, esto mediante el servicio de VoD. (Conde del Oso, 2012, p. 7)
- Servicio Pague por ver (PPV): El cliente puede acceder a contenidos de eventos en vivo como: encuentros deportivos, estreno de películas y conciertos, etc.



- Integración: permite integrar múltiples servicios en un solo paquete comprimido. (Conde del Oso, 2012)
- Visualización múltiple dispositivos: permite la visualización de contenidos no solo en televisores, sino también en tabletas, computadoras y celulares inteligentes. (Boronat, et al., 2008, p. 85)
- Además, facilita la gestión y administración de calidad de transmisión del servicio y percibida por el usuario final.

#### 1.1.7.2 Diferencias entre IPTV y Televisión por internet

Estos dos términos a simple vista parecen tener similitud, pero cada uno presenta características diferentes, como se muestra en la Tabla 3-1.

**Tabla 3-1:** Diferencias entre IPTV y televisión por internet

Características	IPTV	Televisión por internet
Plataformas de transmisión	Red privada	Red publica
Alcance geográfico	Lugar geográfico limitado	Lugar geográfico ilimitado
Seguridad de entrega de contenido.	El proveedor tiene control total sobre los contenidos y permiten la entrega de alta calidad.	Los paquetes IP usados para transportar el video sufren retardos o se pierden completamente.
Mecanismos de acceso	Uso de STB o decodificador para ser visualizado en el televisor.	Visualización en una PC, en casos haciendo uso de la instalación de un reproductor especializado para ver el contenido.
Costos	TV por pago	gratuito
Adicional	Control y calidad	Variedad y cantidad de producciones.

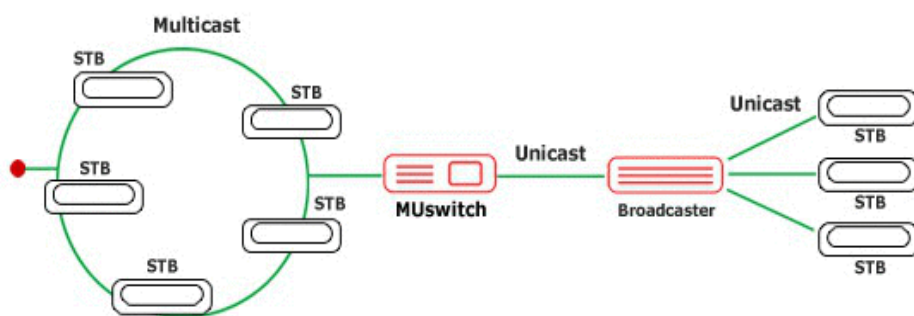
**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

#### 1.1.7.3 Modos de transmisión IPTV

Este servicio se basa básicamente en dos formas de transmisión, lo que es multidifusión Multicast: TV. Y unidifusión, como es video bajo demanda, basado en el flujo unicast.

El servicio de TV Multicast, requiere un menor ancho de banda en lo que se refiere a la red, ya que utiliza la modalidad de multidifusión, permitiendo así enviar un solo flujo con la información del contenido de video de un canal, a un N número de usuarios previamente registrados como un mismo grupo multicast. Como se indica en la Figura 14-1. (Conde del Oso, 2012, p. 9)

Por el contrario, el servicio unicast requiere de un gran ancho de banda, ya que, el flujo de datos del contenido Multimedia se envía hacia un usuario en particular, como se muestra en la figura 14-1, una vez realizada la solicitud de servicio o conocido como video bajo demanda(VoD). (Fichamba, 2015, p. 100)



**Figura 13-1:** Modos de transmisión IPTV.

Fuente: <http://www.sysmaster.com/simsg/muswitch2.gif>

#### 1.1.7.4 Formatos de compresión

Compresión se refiere a la forma de codificar un objeto (documento, video, audio, etc.) para obtener un objeto más pequeño. Los métodos para comprimir datos examinan la información en busca de redundancia en ellos, y los remueven de ser posible. Una de las partes más importante de la compresión es la redundancia de datos. Solo pueden comprimirse los datos que presenten redundancia a través de un algoritmo o método de compresión que suprima o elimine de alguna manera dicha redundancia. Dependiendo del tipo de datos que se tenga (texto, sonido, video, etc.) será el tipo redundancia. No hay un método de compresión que pueda ser óptimo para todo tipo de dato. El rendimiento de los métodos de compresión se valora en base a dos parámetros: la razón de compresión y el factor de compresión siendo el primero el inverso del segundo. Entre haya más redundancia en los datos mejor será la compresión. (Morales , 2003, p. 2)

El método de compresión tiene dos tipos principales: Compresión con pérdida y compresión sin pérdida. En el tipo sin pérdida, se puede reconstruir exactamente la información original. A la reconstrucción se le llama descompresión. Al tipo de compresión con pérdida, cuando se realiza el proceso de descompresión no se recupera el total de la información sino una aproximación de los datos originales.

#### 1.1.7.5 Formatos de video

Una vez que se haya digitalizado un archivo multimedia sigue el segundo proceso que es la compresión del mismo, ya que de no hacerlo el resultado de la digitalización ocuparía mucho espacio en el dispositivo de almacenamiento. Se debe tener en cuenta que un video sin comprimir lleva mucho más tiempo el poder transmitirlo.

Los formatos de compresión de video han sido desarrollados para soportar diferentes aplicaciones, como: transmisión y recepción de contenido multimedia, almacenamiento digital, CATV, video conferencia, cine digital, etc. Logran una alta compresión, dependiendo de los diferentes estándares existentes, desde estándares anteriores y los que se usan actualmente, como se presenta en la Tabla 4-1. (OCHOA, 2006)

**Tabla 4-1:** Formatos de compresión para video

Estándar	Características
Mpeg-1	Usado para codificar servicios DBA (digital audio broadcasting) y MP3. Compresión de video a velocidades de 1.5 Mbps.
Mpeg-2	Usado para codificar señales de televisión digital terrestre, por satélite o cable, DVD. Logra compresión de más de 50:1. Tasas de bit de 3Mbit/s y superiores
MPEG-4	Soporte para visualización 3D, archivos compuestos en orientación a objetos, soporte para derechos digitales externos y variados tipos de interactividad. Mejor eficiencia de la codificación. Codifica datos mezclados de video, audio y voz. Transmisión robusta. Permite la interactividad.
MPEG-4 parte 10	Se lo conoce también como H.264AVC. Soporta para ofrecer difusión de video con calidad DVD.

	<p>Tiene similitud con MPEG-2 ya que tienen mejores soportes para los proveedores de IPTV.</p> <p>Codificación de aproximadamente 1.5 veces mayor, en cada secuencia de prueba, con relación a los estándares anteriores.</p>
--	---

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

Fuente: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0220\\_EO.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0220_EO.pdf)

#### 1.1.7.6 Formatos de audio

Los formatos de compresión de audio son una forma de compresión de datos a través de algoritmos que normalmente son llamados códec, proceso por el cual se reduce la tasa de bits para tener como resultado la reducción de peso en el dispositivo de almacenamiento. Del mismo modo que para la compresión de video, existe una variedad de formatos para audio. Como son las detalladas a continuación:

- Mpeg Capa I

Es conocido como el formato más simple, ya que utiliza una relación de compresión de 4:1, esto quiere decir que a 1,4 Mbps de calidad de señal se puede comprimir a 384kbs. El número de muestras que utiliza para la codificación es de 384, representado 8 ms de audio a 48Khz de muestreo. (Almeida, 2014, p. 22)

- Mpeg capa II

Este formato tiene una mejora con respecto a la anterior, se basa en la utilización de un número mayor de muestras, es decir de 1152, que representa a 2 ms de audio a 48 Khz de muestreo y esto hace posible que admita una relación de compresión de 8:1, logrando conseguir 192kpbs de tasa de flujo. (Almeida, 2014, p. 22)

- Mpeg capa III

Estándar utilizado para streaming de audio y compresión de alta calidad. También conocida como MP3 permite comprimir la información original a una relación de 12, logrando conseguir 120 Kbps de tasa de flujo, es decir, aproximadamente 1 Mb por minuto, todo este proceso se realiza sin perder calidad de sonido. (Almeida, 2014, p. 22)

- Mpeg AAC

Este formato es creado solo para ser compatible con los formatos Mpeg-2 o Mpeg-4 de video. Permite velocidades de hasta 192 Kbps y 96kbps para calidad de CD estéreo. Para admitir este formato se requiere de software adecuados instalados en los ordenadores. (Almeida, 2014, p. 23)

### ***1.1.8 Protocolos utilizados por IPTV***

#### ***1.1.8.1 RTP***

RTP (protocolo de transporte en tiempo real), desarrollado y publicado como estándar en el año de 1996 por el grupo IETF, es un protocolo que se usa para servicios de streaming, como audio y video en una videoconferencia, este protocolo trabaja en la capa de sesión, considerándose además muy representativa en lo que son servicios de VoIP. (Almeida, 2014, p. 25)

Permite proveer a los flujos de audio y video: autenticación, confidencialidad y protección de reenvío. Además, proporciona calidad de servicio (QoS) y es capaz de recuperar problemas que pasan desapercibidos por UDP.

Este protocolo encapsula el contenido multimedia en paquetes RTP, proporcionando transmisión de extremo a extremo. Cada uno de estos paquetes, está formado por el encabezado y los datos, los mismos que lleva un numero de secuencia para que en el extremo, el equipo final sea capaz de reordenar el contenido para su visualización.

El formato de la cabecera RTP tiene un gran número de campos organizados como se indica en la Figura 15-1.

0..1		2	3	4..7		8	9..15		16..31	
V	P	X	CC	M	PT	Numero de Secuencia				
Marca de Tiempo										
Identificador de fuente de sincronización										
Identificador de fuente de contribuyente										
---										

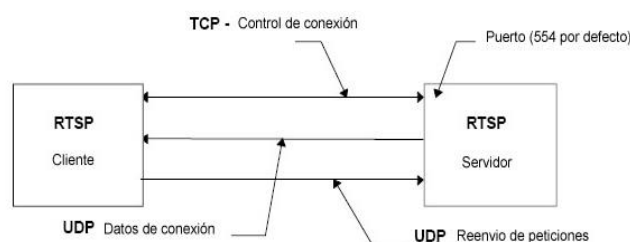
**Figura 14-1:** Formato de cabecera RTP.

**Fuente:** <http://scielo.sld.cu/img/revistas/eac/v35n3/f0304314.jpg>

### 1.1.8.2 RTSP

Este protocolo trabaja a nivel de capa de aplicación, no orientado a conexión, el cual define y controla que la información entre el cliente y el servidor se entregue correctamente, ya que el tipo de datos con el que normalmente trabaja al enviar streaming es muy sensible a la sincronía temporal como se indica en la Figura 16-1 Así pues, RTSP actúa como una especie de mando y control a distancia para servidores multimedia.

Para los sistemas de IPTV, se tiene como ejemplo las aplicaciones de video bajo demanda, un cliente puede abrir y cerrar conexiones fiables de transporte con el servidor de VoD, mediante peticiones RTSP, todo esto gracias a los diferentes conjuntos de requisitos, para lograr siempre un envío eficiente de flujo de datos a través de redes IP. (Mateos & Reaño, 2008, p. 1)



**Figura 15-1:** Formato del protocolo RTSP.

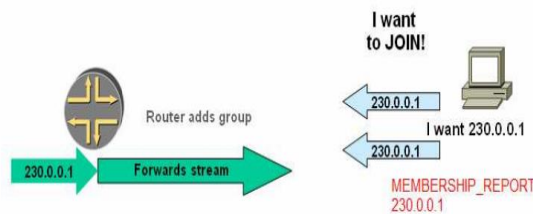
**Fuente:** [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b6/Udp\\_rtsp.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b6/Udp_rtsp.jpg)

Por tanto, RTSP y RTP cumplen diferentes funciones, el primero es el encargado del establecimiento y control de la conexión video-streaming, mientras que RTP se emplea para transportar los contenidos en tiempo real (audio y video). (Goñi, 2012, p. 4)

### 1.1.8.3 IGMP (Internet Group Management Protocol)

Es un protocolo definido en la norma RFC 3376, trabaja en la capa de red y es utilizado por los equipos finales o set to box (STB) para unirse o abandonar un grupo multidifusión, a través de empaquetamientos en datagramas IP.

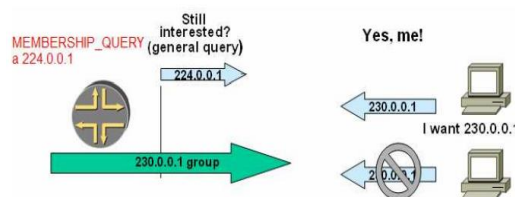
El sistema IPTV, ofrece el servicio de emisión de televisión, por lo cual IGMP permite administrar los grupos de multidifusión, para ahorrar ancho de banda, asociando a los usuarios que están viendo el mismo canal a un mismo grupo de multidifusión y al momento de un cambio de canal deben tener la capacidad de abandonar el grupo y conectarse a otro. Para el proceso de coordinación entre la entrada, la salida o el control de los usuarios en grupos de multidifusión, se utiliza mensajes denominados "membership\_report", "membership\_query" y "leave\_group", como se indican en las Figuras 17-1, 18-1 y 19-1 (Jacques, et al., 2012, p. 4)



**Figura 16-1:** Mensajes IGMP (Membership\_report).

Fuente: (Goñi, 2012, p. 3)

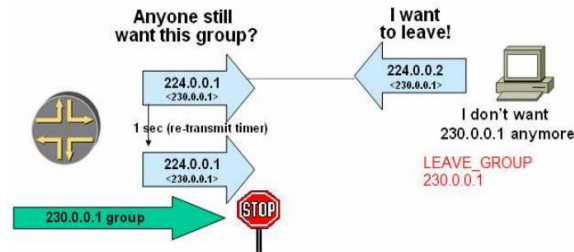
El equipo final envía un mensaje de informe (Membership\_report) con la dirección del grupo al que se ha suscrito.



**Figura 17-1:** Mensajes IGMP (Membership\_query).

Fuente: (Goñi, 2012, p. 3)

Los routers envían mensajes de interrogación (Membership\_query) al grupo 224.0.0.1, donde cada equipo final responde con un mensaje (Membership report) por cada grupo al que pertenece.



**Figura 18-1:** Mensajes IGMP (Leave\_group).

Fuente: (Goñi, 2012, p. 3)

Los mensajes de abandono (Leave\_group) sirve para la gestión de grupos que permite el ahorro de tiempo.

#### 1.1.8.4 TCP (Protocolo de control de transporte)

Es un protocolo orientado a la conexión, es decir necesita establecer una conexión previa a través de algún tipo de negociación o señalización, para saber que ambas partes involucradas están listas para empezar un intercambio de información, de esta manera se asegura un transporte confiable de los datos además que cuenta con mecanismo para la detección y corrección de errores que hace que sea un protocolo de transporte muy seguro y adecuado para la transferencia de contenidos importantes, es por eso que se ocupa este protocolo para que los servidores IPTV y los equipos finales establezcan una conexión previo al envío de contenidos.

Caracterizado por tratar los errores que se encuentran en los sistemas IPTV, durante la transferencia de contenido, como pueden ser, paquetes desordenados, perdidos, y duplicados. Para este control TCP utiliza un sistema de numeración secuencial, que permite retransmitir datos que se hayan perdido o sufrido algún daño. (Fichamba, 2015, p. 117)



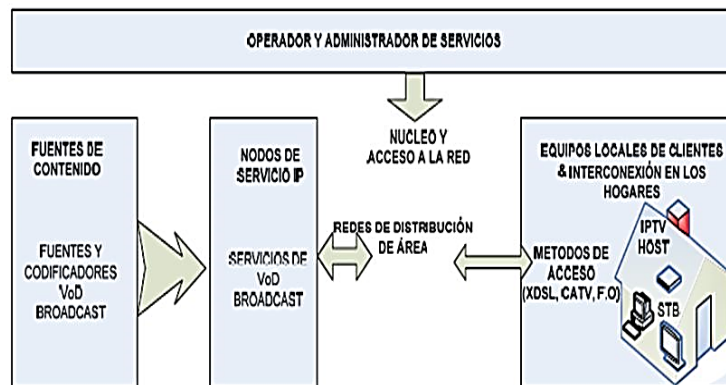
### 1.1.8.5 UDP (Protocolo de datagrama de usuario)

Protocolo no orientado a la conexión, es decir, previo a la transferencia de contenido no necesita establecer una conexión entre el servidor de vídeo y el equipo final, aprovisionando así un periodo muy corto de tiempo y sin pausas en la entrega del contenido IPTV, el cual, es más utilizado para aquellas aplicaciones donde el tiempo es primordial.

No está en capacidad de funcionar en presencia de algunos firewalls, que pueden llegar a bloquear información y además de tratar los errores que se encuentra en la red, como la retransmisión, empaquetado, control de flujos, paquetes perdidos, y congestión. (Fichamba, 2015, p. 119)

### 1.1.9 Arquitectura de un sistema IPTV

Los operadores de telecomunicaciones, para la transmisión de contenido de audio/video requieren incorporar un sistema de arquitectura de IPTV que al menos incorporen los siguientes módulos, como se indica en la figura 20-1.



**Figura 19-1:** Arquitectura de un sistema IPTV.

Fuente: <http://slideplayer.es/1746706/7/images/7/ARQUITECTURA+DE+IP+TV.jpg>

#### 1.1.9.1 Adquisición de contenido

En esta parte de la arquitectura de IPTV, se recopila el contenido ya sea de internet, de algún proveedor de contenidos, o de alguna fuente de distribución de señales, como puede ser analógico o digital.

Para luego con esta información recibida, se proceda al proceso de digitalización, codificación, y compresión, adoptando equipos como codificadores que además permitan que el flujo de video sea transportado al usuario final mediante paquetes IP. Los codificadores o códec, permite la compresión de video digital, determinando así, la cantidad de tasa de bits necesarios por cada servicio, un balance en la calidad de video, la robustez ante los errores y pérdidas de información, permite la facilidad de acceso aleatorio y edición, encriptación. (Huidobro, 2010, p. 6)

#### *1.1.9.2 Servidores*

Son una combinación de software y hardware que están en la capacidad de realizar diferentes funciones como son: respaldo, almacenamiento y administración de contenidos, permite la gestión de servicios, entrega en alta velocidad de streaming, servidor VoD, y diferentes tipos de licencias que cumplen con funciones específicas como, por ejemplo, el DRM (digital rights management) licencia que administra los permisos de emisión de contenido a los usuarios finales. (Huidobro, 2010, p. 6)

#### *1.1.9.3 Red de distribución*

Es la infraestructura de red sobre la cual se realiza el despliegue de los medios de comunicación, encargados del transporte de contenido IPTV de forma bidireccional desde los nodos de servidores hacia los usuarios o suscriptores, con una alta tasa de transferencia y calidad de servicio, además permite los siguientes servicios: Direccionamiento de contenido, Red de transporte de alta capacidad, Conversión a última milla. (Almeida, 2014, p. 55)

#### *1.1.9.4 Red de acceso*

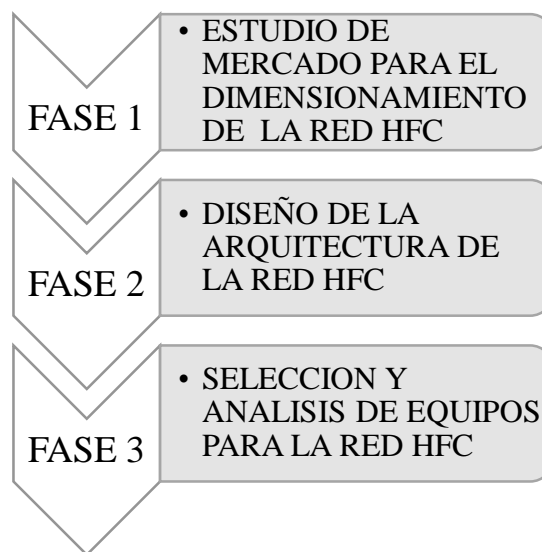
La terminación de red del proveedor, es el acceso hacia el cliente. El contenido llega hacia el usuario a través del dispositivo decodificador de señales (STB), mediante flujos de información multimedia sobre el protocolo IP el mismo que sea compatible con el televisor. Este equipo se caracteriza por cumplir con las siguientes funciones: Control de conexión y calidad de servicio, La decodificación del video streaming, Cambio de canal, Control de uso por usuario, Conexión a interfaces de usuario como TV o monitores HDTV, Interactividad entre el usuario y la cabecera IPTV. Adicional a este equipo, la red acceso está formado por modem, televisor, y routers, los cuales se encargan del ancho de banda y las interconexiones del hogar. (Almeida, 2014, p. 56)

## CAPITULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO.

#### 2.1. Desarrollo del trabajo de titulación.

En este capítulo se detalla todo lo relacionado a la recolección de información necesaria, para la elaboración del dimensionamiento de la red para el servicio de IPTV junto con el diseño de la red HFC. En el Figura 1-2, se describe el procedimiento a seguir para el desarrollo de la investigación.

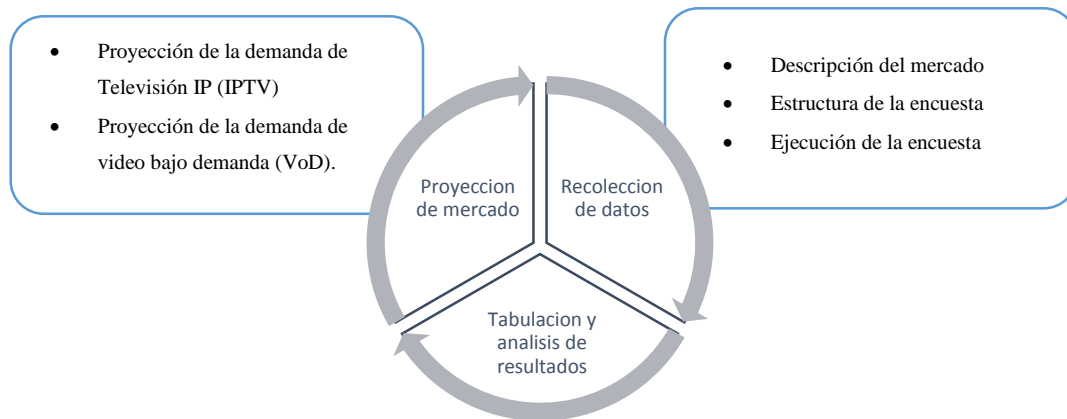


**Figura 1-2:** Proceso para el desarrollo del proyecto.

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

#### FASE 1

Para el desarrollo de esta fase se realiza el análisis exploratorio el cual consiste en tres pasos los cuales son: selección de datos, tabulación y análisis de resultados, proyección de mercado, como se observa en la figura 2-2.

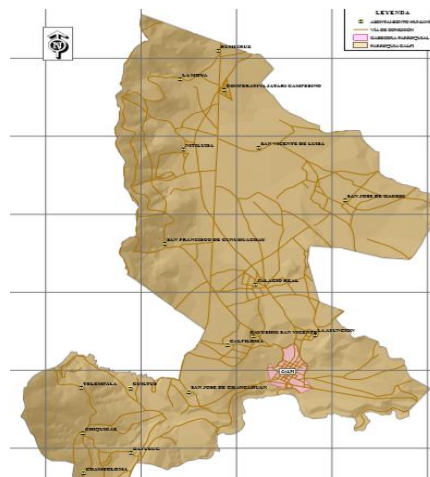


**Figura 2-2:** Proceso para análisis de los datos.

Realizado por: YANEZ, Alexandra & Chico, Daniel, 2018.

### 2.1.1 Descripción de la ciudad

Calpi (Río de la Araña) se encuentra entre las poblaciones más antiguas del Ecuador, ya que su establecimiento se remonta a los primeros años de la Colonia, cuando nuestro territorio se llamaba Real Audiencia de Quito. Fue centro importante de los más grandes obrajes de esa época, las ruinas de ellas aún pueden administrarse en el sitio denominado Wuashperia. En la figura 3-2 se muestra un mapa territorial de Calpi.



**Figura 3-2:** Mapa completo de la Parroquia Calpi

Fuente: GAD parroquial de Calpi, 2015

Calpi cuenta con 17 comunidades que integran la parroquia estas son: (Asunción con 82,193ha. Palacio Real con 289,684 ha. San Francisco de Cunuhuachay con 751,211ha. Nitiluisa con

826,245ha. La Moya, Jatari Campesino, Rumicruz tienen 590,798ha. San Vicente de Luisa tiene 406,315ha. San José de Gausi posee 511,651ha. Bayushi San Vicente con 116,031ha. Calpiloma posee 143,654ha. San José de Chanchuan tiene 123,044ha. San José de Bayobug posee 245,044ha, Chamboloma tiene 80,437ha. Chiquicaz con 246,739ha. Telempala 18,439ha).

El sector sobre el cual se va a realizar el estudio tiene 11 barrios que conforman la cabecera parroquial de Santiago de Calpi lo cual nos da una superficie total de la Parroquia de 5353,366ha. Según la información disponible del último censo de población realizado en el 2010 por el INEC, la parroquia Calpi cuenta con una población de 6469 habitantes los cuales 3012 son hombres y 3457 mujeres.

Del 100% de la población el 8,86% se encuentra ubicada en los barrios el Progreso, las Fumarolas, los Pinos, la Nubecita, el Complejo, el Belén, Guayaquil, la Florida, Jesús del buen poder, Barrio Central, el Panecillo; mientras que el 91,14% se localiza en las 17 comunidades.

### ***2.1.2 Estructura de la encuesta***

La Empresa RIOTELECOM NETWORK, ante el innegable crecimiento poblacional, avance tecnológico y requerimiento de nuevos servicios, ha proyectado a mediano plazo desplegar una infraestructura de un sistema de transporte de información, para brindar el servicio de televisión a través del protocolo de Internet con muchas más opciones que la televisión convencional por cable.

Con lo mencionado anteriormente, el presente trabajo de titulación se sustenta a través de un estudio de mercado que se hará en este ítem. Como primera instancia se adquiere y analiza la opinión de los moradores del sector, por medio de la ejecución y tabulación de las encuestas realizadas personalmente a un grupo de individuos de la población de Calpi.

Para realizar la encuesta se procede a una previa explicación de lo que se trata el nuevo servicio que oferta la empresa RIOTELECOM NETWORK. La información contenida en la encuesta respeta los principios de anonimidad, a través de una redacción de preguntas de fácil comprensión.

El modelo de la encuesta se encuentra en el anexo A, donde se puede apreciar las preguntas realizadas y las opciones que tiene el encuestado para responder.

Físicamente, la encuesta consta de una página y dividida en tres secciones que son: El **encabezado** donde se especifica el nombre y logotipo de la institución, escuela y facultad a la que pertenecen los encuestadores, seguido de una redacción rápida, sobre el objetivo principal que se pretende con dicha encuesta.

La segunda sección es la parte de **datos informativos del encuestado**, que va a continuación del encabezado y está formada por algunos datos personales, como la edad, ocupación y género.

Por último tenemos la parte del **cuestionario** que, en sí que está conformado de 2 partes, divididas de la siguiente manera:

- La pregunta 1 y 2 buscan determinar el número de receptores de televisión y el tipo de servicio de televisión con el que cuentan los moradores del sector.
- Las preguntas de la 4 a la 6 tienen como finalidad determinar el grado de aceptación e interés del encuestado por el servicio de televisión IP.

### ***2.1.3 Ejecución de la encuesta***

El proyecto se delimita a la cabecera parroquial de Calpi, así que los encuestados fueron moradores de los barrios que comprenden el sector. Donde se brindó una guía y explicación necesaria estableciendo un ambiente de confianza y amabilidad. El tiempo de duración que tuvo este proceso fue de 3 días laborables, donde se realizaron un total de 66 encuestas. Se estableció la cantidad de encuestas que debían realizarse gracias a un análisis estadístico para determinar el tamaño de la muestra poblacional.

Previo al cálculo del tamaño de la muestra, se necesita saber la población actual de la cabecera parroquial de Calpi, y tras una visita al sector se obtuvo el número de viviendas existentes, es decir de 490 el cual haciendo una relación de 1/1 para el estudio del diseño de la red, se considera el número total actual de 490 clientes potenciales.

Dado esto para el cálculo de la muestra se utiliza el método aleatorio simple, que en cierta muestra dada de un tamaño muestral específico tiene la misma probabilidad de ser seleccionada que

cualquiera otra muestra del mismo tamaño. El término tamaño muestral simplemente indica el número de elementos en la muestra. La ventaja del muestreo aleatorio simple radica en que ayuda a eliminar el problema de tener una muestra que refleje una población diferente (quizá más restringida). La ecuación a utilizar se muestra a continuación. (Walpole, et al., 2012, p. 7)

$$x = \frac{S^2 N pq}{E^2 N + S^2 pq}$$

Donde:

n= número de encuestas a realizar

S= grado de confiabilidad

N= número de habitantes de la cabecera parroquial (número de viviendas)

p= porcentaje asumido para que los resultados tengan un alto grado de validez

q= probabilidad de no ocurrencia

E= grado de error (estimación máxima permitido en la encuesta)

#### **Valores utilizados**

N= 490 habitantes

S= 2 (valor tomado de la tabla de la distribución normal z equivalente al 95.5% de validez de la encuesta).

p= 95%

q= 5% es el margen de error que podría tener el resultado, este valor es el más común y es lo que se va a fijar para el presente trabajo.

E= 5%

Fijados dichos valores, el número de encuestados es de:

$$x = \frac{S^2 N pq}{E^2 N + S^2 pq}$$

$$x = \frac{2^2 490 (0.95)(0.05)}{0.05^2 490 + 2^2 (0.95)(0.05)}$$

$$x = 65,795053 = 66 \text{ encuestas}$$

### 2.1.4 Tabulación de resultados de la encuesta

La mayoría de las personas a las que se les aplicó la encuesta son cabezas de familia que administran la economía del hogar. En ese sentido el 90% de los encuestados son mayores de edad, de acuerdo a la constitución de la república del Ecuador, por lo cual tienen el derecho para trabajar y adquirir bienes y/o servicios con total libertad.

La minoría restante de los encuestados son menores de edad, y según la información obtenida de ellos, la mayoría tiene como ocupación el ser estudiante. Se conoce que los estudiantes son totalmente dependientes de los padres, pero no por ello hay que desmerecer su opinión, ya que a mediano y largo plazo formarán parte de la población laboral del sector.

Pregunta 1.- Con cuantos aparatos de televisión cuenta actualmente en su hogar



**Gráfico 1-2:** Representación número de televisores en el hogar

Realizado por: YANEZ, Alexandra & Chico, Daniel, 2018

**Tabla 1-2:** Número de aparatos de televisión en el hogar

Opciones	N° de encuestados	Porcentaje
Ninguno	1	2%
Un televisor	16	24%
Dos televisores	24	36%
Tres televisores	23	33%
Más de tres	3	5%
Total	66	100%

Realizado por: YANEZ, Alexandra & Chico, Daniel, 2018



Con los resultados obtenidos de la tabla 1-2 se logra concluir que casi todos los moradores del sector centro de Calpi cuentan con por lo menos un receptor de televisión en su hogar, dato muy relevante para nuestro estudio ya que cada uno de estos es un cliente potencial para el servicio que se quiere brindar, pero por otra parte también se observa que la cantidad de receptores predominantes en los hogares es de dos.

2.- El servicio de televisión que usted utiliza es



**Gráfico 2-2:** representación del tipo servicio de televisión más utilizado

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & Chico, Daniel, 2018

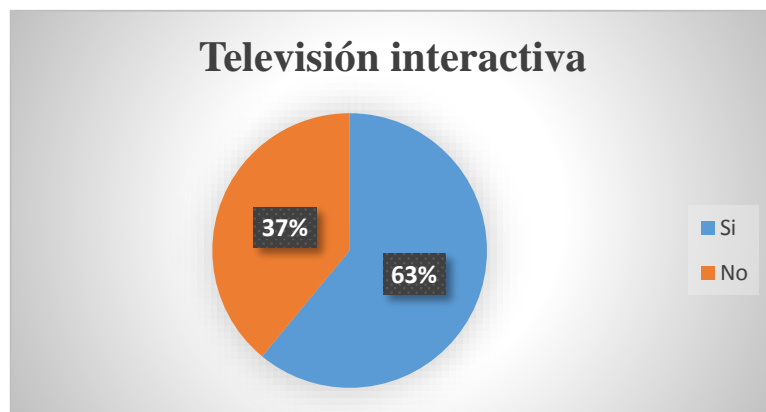
**Tabla 2-2:** Tipo de servicio de televisión

Opciones	N° de encuestados	Porcentaje
Por pago	39	59%
Libre	27	41%
Total	66	100%

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & Chico, Daniel, 2018

Este resultado de la tabla 2-2 es muy importante, ya que muestra que un 59% de encuestados afirman tener el servicio de televisión de pago, y es una afirmación clave para entender que los usuarios están dispuestos a costear un servicio de contenido multimedia. Por el contrario, en un 41% tienen el servicio tradicional de televisión de libre acceso.

Pregunta 3.- ¿optaría por disponer un servicio de televisión interactiva que le permita grabar, pausar, o retroceder los programas que este disfrutando en ese momento?



**Grafico3-2:** Representación de la aceptación de la televisión interactiva

Realizado por: YANEZ, Alexandra& Chico, Daniel, 2018

**Tabla 3-2:** Aceptación por la televisión interactiva

Opciones	Nº de encuestados	Porcentaje
Si	42	63%
No	24	37%
Total	66	100%

Realizado por: YANEZ, Alexandra& Chico, Daniel, 2018

Estos resultados obtenidos a partir de la tabla 3-2 nos permiten saber que tan interesados están los habitantes por el nuevo servicio propuesto, y se determina que un 63% de encuestados optan por beneficiarse de este servicio, valor que es aceptable para dar viabilidad al estudio en curso, mientras que en un 39% lo rechazan.

4.- ¿le gustaría disfrutar de películas de estreno, películas clasificadas, videos musicales, etc., Sin importar por un pago adicional a su proveedor?



**Grafico4-2:** Representación de la aceptación de Video Bajo Demanda

Realizado por: YANEZ, Alexandra& Chico, Daniel, 2018

**Tabla 4-2:** Aceptación por Video Bajo Demanda

Opciones	N° de encuestados	Porcentaje
SI	38	58%
NO	28	42%
Total	66	100%

Realizado por: YANEZ, Alexandra& Chico, Daniel, 2018

Como se indica en la tabla 4-2, el Video Bajo Demanda es cada vez más solicitado en televisión por paga, por ende, una de las preguntas de la encuesta se refiere a ese particular, donde en un 58% de encuestados le gustaría disponer del servicio en el que podría disfrutar contenido multimedia de estreno, por el contrario, un 42% no tiene algún tipo de interés por el servicio.

5.- ¿Estaría dispuesto a cambiar su servicio de televisión por la nueva oferta de IPTV que le ofrece la empresa RioTelecom-Networks?



**Gráfico5-2:** Representación de la demanda por el servicio IPTV

Realizado por: YANEZ, Alexandra& Chico, Daniel, 2018

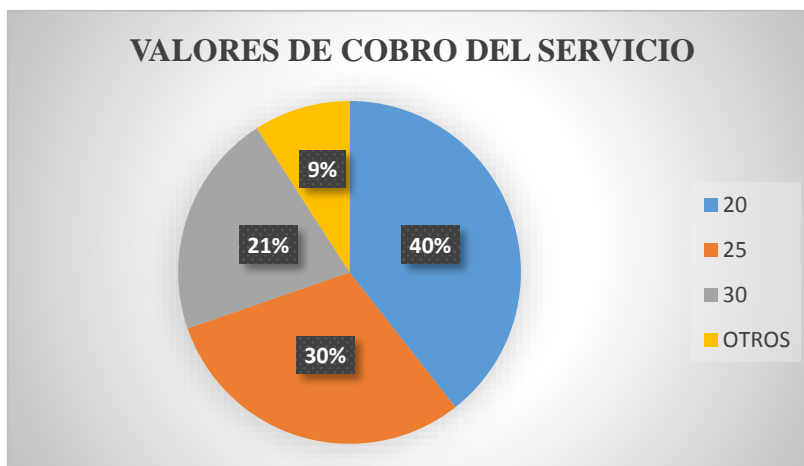
**Tabla 5-2:** Demanda por el servicio de IPTV

Opciones	N° de encuestados	Porcentaje
SI	43	65%
NO	23	35%
TOTAL	66	100%

Realizado por: YANEZ, Alexandra& Chico, Daniel, 2018

El resultado de la tabla 5-2 se formuló de forma general, independiente de los servicios adicionales que presenta IPTV, para identificar con más claridad los posibles usuarios del servicio que se pretende dar, con lo cual se puede apreciar en la figura siguiente, que el proyecto es viable, aceptado por los encuestados con un 65%.

6- Cual es el valor que estaría dispuesto a pagar por un servicio de televisión



**Gráfico6-2:** Representación valor de preferencia por el servicio IPTV

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra& Chico, Daniel, 2018

**Tabla 6-2:** Valor de preferencia por el servicio de IPTV

Opciones	N° de encuestados	Porcentaje
20	26	39%
25	20	30%
30	14	21%
Otro valor	6	9%
Total	66	99%

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra& Chico, Daniel, 2018

Con la información de la tabla 6-2 se pretendió conocer el valor que los moradores están dispuestos a pagar el servicio de televisión IP, observando los resultados mostrados en el diagrama pastel se concluye que el valor con más aceptación es el de 20 dólares por el servicio propuesto.

### 2.1.5 Proyección de la demanda de Televisión IP (IPTV)

El servicio en lo que se refiere a televisión interactiva(IP) se tiene una acogida por parte de los usuarios de un 63%, que representa actualmente la cantidad de 308 clientes potenciales para el año en curso 2018.

El proceso de proyección se realiza a 5 años, es decir hasta el año 2023, para lo cual se considera una tasa de crecimiento del 0.15% valor el cual se estimó a partir de datos estadísticos arrojados por el INEC a través de la siguiente formula.

$$C_n = C_o(1 + i)^{n-1}$$

$$i = \sqrt[n-1]{\frac{C_n}{C_o}} - 1$$

$$i = 0.15\%$$

Donde:

C<sub>n</sub>, es el número de viviendas actual (490)

C<sub>o</sub>, es el número de viviendas del año 2010 último censo realizado (161)

i, índice de crecimiento

n, número de años entre C<sub>n</sub> y C<sub>o</sub>

A continuación, se calcula la proyección con una tasa de crecimiento de 0.15% año a año, a partir del valor de 308 clientes potenciales según la encuesta, como se indica en la tabla 7-2.

**Tabla 7-2:** Proyección de demanda IPTV

AÑOS	N° DE CLIENTES
2018	308
2019	355
2020	409
2021	471
2022	542
2023	624

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

### 2.1.6 Proyección de la demanda para Video Bajo Demanda (VOD)

El número de usuarios que dieron su aceptación por el servicio de Video Bajo Demanda, es de 284 clientes potenciales, lo que corresponde al 58% del total de habitantes. Como se realizó anteriormente se procede al cálculo de las proyecciones a 5 años como se muestra en la tabla 8-2.

**Tabla 8-2:** Proyección de la demanda de VOD

AÑOS	Nº DE CLIENTES
2018	284
2019	327
2020	377
2021	434
2022	500
2023	575

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

## **FASE 2**

### **2.2 Propuesta de diseño de red HFC**

Para esta parte del estudio, se comienza considerando la capacidad total de la demanda requerida para el soporte de tráfico del servicio de IPTV sobre la red HFC, posteriormente el diseño de la infraestructura de la red siguiendo las recomendaciones y normativas estandarizadas que la rigen, determinando las ubicaciones de los diferentes elementos que conforman la red. También se realiza la selección de los equipos y elementos a utilizarse, definiendo los parámetros técnicos necesarios para un óptimo rendimiento y correcto funcionamiento.

#### **2.2.1 Dimensionamiento de tráfico**

En el caso del proyecto propuesto se pretende proporcionar el servicio de televisión IP con 45 canales de audio/video en alta definición. Para el transporte de dicho contenido multimedia se genera un tráfico de datos y las redes de distribución necesitan disponer de suficiente capacidad para soportar la carga generada por este servicio.

La capacidad necesaria que deben tener los medios de transmisión para implementar el servicio de IPTV depende directamente del número de canales IP de multidifusión ofrecidos, es decir, una sola copia de cada canal se transmite desde donde se originan los datos IP sobre hacia la red de distribución, posteriormente el proceso de multidifusión se encarga de la copia de los canales y el enrutamiento a los usuarios individuales de IPTV. (Fichamba, 2015, p. 142)

### 2.2.2 Capacidad de red para el servicio de IPTV

Para la emisión de contenido multimedia en una red digital, es esencial determinar el ancho de banda requerido para su transmisión, en este caso para el cálculo se considera la calidad que va a tener el contenido audiovisual, ya sea calidad estándar (SD) o alta definición (HD), por lo cual es necesario saber la tasa de transferencia que se necesitan para el transporte de estos contenidos.

El ancho de banda necesario para la reproducción de estos canales sin ninguna interrupción, y para optimizar los recursos en el cable coaxial y la fibra óptica, viene determinado por el tipo de compresión de vídeo digital utilizado, para el presente proyecto se toma en cuenta los formatos de compresión MPEG-2 y MPEG-4 los cuales tienen sus respectivas tasas de transferencia como se indica en la Tabla 9-2.

**Tabla 9-2:** Tasas de transferencia

	SD	HD	IPTV-SD	IPTV-HD
MPEG-2	3 a 6 Mbps	15 Mbps	4 Mbps	15 Mbps
MPEG-4 o H.264	1.5 a 3 Mbps	de 6 a 9 Mbps	1.5 Mbps	8 Mbps

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

Considerando que se trata de una red HFC, es necesario calcular la capacidad de tráfico considerando el ancho de banda en el que operan los sistemas coaxiales, que está en función del estándar DOCSIS 3.0, como se mencionó en el capítulo I, esto depende del tipo de modulación utilizado, en este caso para el tráfico descendente es 256-QAM el cual tiene una tasa máxima total de transferencia de 42.88 Mbps y para tráfico ascendente con modulación 64 QAM una tasa de transferencia de 30.72 Mbps, mientras que para audio estéreo con MPEG-3 layer 2 hace falta 128Kbps. (Fichamba, 2015, p. 145)

El ancho de banda del sistema debe ser capaz de transportar los flujos de datos descendentes de los 45 canales de televisión. Considerando su digitalización, tenemos:

Capacidad de audio

Capacidad de audio=  $45 * 128 \text{ kbps}$

Capacidad de audio=  $5.760 \text{ kbps}$

## Canales SD

Codificación MPEG-2

Capacidad de video = # de streams\* tasa de transferencia

Capacidad de video= 45\*4mbps

Capacidad de video= **180 mbps**

Codificación MPEG-4

Capacidad de video= 45\*1.5mbps

Capacidad de video= **67.5mbps**

Capacidad total audio/video(mpeg2) = capacidad audio + capacidad de video

Capacidad total audio/video(mpeg2) = 5.760kbps + 180mbps = 180.00576 mbps

Capacidad total audio/video(mpeg4) = 5.760kbps+67.5mbps = 67.50576 mbps

## Canales HD

Codificación MPEG-2

Capacidad de video= # de streams\* tasa de transferencia

Capacidad de video= 45\*15mbps

Capacidad de video= 675mbps

Codificación MPEG-4

Capacidad de video= 45\*8mbps

Capacidad de video= 360mbps

Capacidad total audio/video(mpeg2) = 5.760kbps+675mbps = 675.00576 mbps

Capacidad total audio/video(mpeg4) = 5.760kbps+360mbps = 360.00576 mbps

Para transmitir el tráfico total de 45 streams de audio/video. En SD se estima una tasa de transferencia de al menos 67 Mbps utilizando compresión MPEG-4 para video y MPEG-1 para audio, con compresión MPEG-2 la tasa de transferencia de audio/video es de 180 Mbps. En HD con MPEG-2 se estima una tasa de transferencia de video/audio de 675 Mbps, mientras que para MPEG-4 se reduce esta capacidad a 360 Mbps.



Al realizar los cálculos entre la capacidad de estos sistemas de compresión, se considera adecuado el uso de MPEG -4, el cual reduce a la mitad el ancho de banda requerido para la transmisión con respecto a MPEG-2.

Al utilizar la digitalización permite un mejor aprovechamiento del ancho de banda, es decir que mientras un canal analógico utiliza 6MHZ de ancho de banda, al digitalizar por ese mismo ancho de banda se puede transmitir varios canales, por lo tanto, la cantidad de los mismos, se determina como sigue:

#### MPEG – 2

$$\text{Número de canales downstream(SD)} = \frac{\text{capacidad total requerida}}{\text{capacidad maxima DOCSIS}}$$

$$\text{Número de canales downstream(SD)} = \frac{180.00576 \text{ mbps}}{42.88 \text{ mbps}}$$

$$\text{Número de canales downstream(SD)} = 4.197$$

$$\text{Número de canales downstream(HD)} = \frac{675.00576 \text{ mbps}}{42.88 \text{ mbps}}$$

$$\text{Número de canales downstream(HD)} = 15.741$$

#### MPEG - 4

$$\text{Número de canales downstream(SD)} = \frac{67.50576 \text{ mbps}}{42.88 \text{ mbps}}$$

$$\text{Número de canales downstream(SD)} = 1.574$$

$$\text{Número de canales downstream(HD)} = \frac{360.00576 \text{ mbps}}{42.88 \text{ mbps}}$$

$$\text{Número de canales downstream(HD)} = 8.395$$

Dando como resultado los siguientes valores mostrados en la tabla 10-2.

**Tabla 10-2:** Ancho de banda necesario para la transmisión de IPTV sobre DOCSIS 3.0.

Servicio IPTV	Compresión	Capacidad total(Mbps)	Canales DOCSIS
45 CANALES SD	MPEG 2	180.00576	4
	MPEG 4 O H264	67.50576	2
45 CANALES HD	MPEG 2	675.00576	16
	MPEG 4 O H264	360.00576	9

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

### 2.2.3 Capacidad de red para el servicio de VoD

En esta parte de los cálculos, según los datos arrojados por la encuesta se estima que un 58% están interesados o son clientes potenciales para obtener el servicio de video bajo demanda. Por lo cual se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones, para obtener una mejor aproximación de la capacidad requerida.

Estimando un total de 284 clientes y tomando este como el número de streams de contenido audiovisual para el año 2018, se supondría que se realizara cálculos para el total de los usuarios, pero en la práctica no es así, ya que no todos los usuarios van a tener acceso simultáneo al mismo servicio.

No es muy práctico el cálculo de un gran ancho de banda, de tal manera se considera la información proporcionada por la única compañía dedicada a medir el rating en Ecuador, la brasilera IBOPE, la más grande empresa de investigación de mercados en Latinoamérica según se afirma en su propia página web. (IBOPE, 2008)

Considerando los últimos datos estadísticos según la empresa IBOPETIME, los cuales se rigen exclusivamente a las ciudades de Guayaquil y Quito, ya que son consideradas las ciudades con más habitantes según el INEC, dicho esto se presenta que las horas pico para la audiencia televisiva, está en el horario de 8 a 11 de la noche, con sus respectivos valores estadísticos, como se presentan en los siguientes gráficos 7-2 & 8-2 y en la tabla 11-2.



**Gráfico 8-2:** audiencia televisiva Guayaquil

Fuente. <http://www.ibope.com.ec/ibopetime/>



**Gráfico 8-2:** Audiencia televisiva de Quito

Fuente. <http://www.ibope.com.ec/ibopetime/>

**Tabla 11-2:** Estadísticas en horarios pico

Horario	Guayaquil (%)	Quito (%)
20 – 21 H	70.1	72.0
21 – 22 H	72.9	76.9
22 – 23 H	67.3	65.1
Promedio	70.1	71.3

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

En promedio general el 70.7% de clientes acceden simultáneamente al servicio audiovisual, aplicando esa proporción, resulta un máximo de 200 flujos (70.7% de 284 clientes estimados para el 2018) de conexiones independientes.

Dicho esto, se estimará que un 50% de las conexiones independientes acceden a algún contenido exclusivo, con lo que se procede al cálculo de la capacidad requerida para el transporte del flujo audiovisual VoD con un total de 100 conexiones.

Para SD con MPEG4 es:

$$\text{Capacidad de VoD} = 100 * 1.5 \text{ Mbps} = 150 \text{ Mbps}$$

A estos valores se adiciona la cantidad de ancho de banda requerido para transmitir flujos de audio, entonces:

$$\text{Capacidad de audio(VoD)} = 100 * 128 \text{ Kbps} = 12.8 \text{ Mbps}; \text{ Con MPEG-1}$$

La capacidad total:

$$\text{Capacidad total VoD(SD)} = 150\text{Mbps} + 12.8 \text{ Mbps} = 162.8\text{Mbps}$$

Calculo del número de canales DOCSIS para definición estándar:

$$\text{Cantidad canales downstream VoD(SD)} = \frac{162.8 \text{ Mbps}}{42.88 \text{ Mbps}} = 3.796$$

En la siguiente tabla 12-2 se presenta los requerimientos de ancho de banda y canales, para transmitir servicios de video bajo demanda en definición estándar, según la proyección de la demanda estimada para cinco años.

**Tabla 12-2:** Capacidad requerida para la transmisión audiovisual de VoD en SD

Año	Clientes	Cantidad Flujo	Capacidad De video(Mbps)	Capacidad De audio(Mbps)	Capacidad Total(Mbps)	Número de canales(DOCSIS)
2018	284	100	150	12.8	162.8	4
2019	327	116	174	14.84	188.84	5
2020	377	134	201	17.15	218.15	6
2021	434	154	231	19.71	250.71	6
2022	500	177	266	22.65	288.65	7
2023	575	204	306	26.11	332.11	8

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

Para la transmisión de contenido multimedia de VoD en HD, la capacidad requerida se calcula siguiendo los pasos anteriores, tomando en cuenta que para la transmisión en alta definición se requiere al menos de 8 Mbps de tasa de transferencia, dicho esto, se realiza los cálculos siguientes:

Para 100 flujos de VoD en calidad HD con MPEG4 es:

$$\text{Capacidad de VoD} = 100 * 8 \text{ Mbps} = 800 \text{ Mbps}$$

A estos valores se adiciona la cantidad de ancho de banda requerido para transmitir flujos de audio, entonces:

$$\text{Capacidad de audio(VoD)} = 100 * 128 \text{ Kbps} = 12.8 \text{ Mbps}; \text{ Con MPEG-1}$$

La capacidad total para tráfico audiovisual tipo VoD:

$$\text{Capacidad total VoD(HD)} = 800 \text{ Mbps} + 12.8 \text{ Mbps} = 812.8 \text{ Mbps}$$

Calculo del número de canales DOCSIS:

$$\text{Cantidad canales downstream VoD(HD)} = \frac{812.8 \text{ Mbps}}{42.88 \text{ Mbps}} = 18.95$$

Es decir, se necesita de 19 canales de 6 MHz cada uno, considerando videos en alta definición y formato de compresión MPEG-4. En la siguiente tabla 13-2 se presenta de una manera más detallada.

**Tabla 13-2:** Capacidad requerida para la transmisión audiovisual de VoD en HD

Año	Clientes	Cantidad Flujo	Capacidad De video(Mbps)	Capacidad De audio(Mbps)	Capacidad Total(Mbps)	Número de canales(DOCSIS)
2018	284	100	800	12.8	812.8	19
2019	327	116	928	14.84	942.84	22
2020	377	134	1072	17.15	1089.15	26
2021	434	154	1232	19.71	1251.71	30
2022	500	177	1416	22.65	1438.65	34
2023	575	204	1632	26.11	1658.11	39

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

#### 2.2.4 Capacidad para tráfico ascendente de solicitudes para VoD

Al realizar la petición del servicio de Video bajo demanda, se genera flujos de tráfico de forma ascendente al servidor de contenido multimedia de la cabecera, haciendo uso de la parte del ancho de banda de subida que se encuentra presente en el espectro de frecuencias del cable coaxial que va desde los 5Mhz a 42Mhz.

El ancho de banda ascendente debe ser compartido por todos los usuarios. Según la tecnología DOSIS 3.0 mencionado en el capítulo I, se tiene tasas de transferencia mayores a 120 Mbps, sobre una combinación de 4 canales de 6.4 MHz utilizando modulación 64-QAM. Cada canal admite transferencia hasta de 30.72 Mbps. (Capmany & Ortega, 2006, p. 279)

Se procede al cálculo de la siguiente manera:

$$\text{Capacidad de retorno VoD} = 57 * 64 \text{ Kbps} = 3.65 \text{ Mbps}$$

El valor 57 equivale a la cantidad de conexiones simultáneas solicitadas por clientes para el servicio de VoD, lo que significa que un aproximado de un 20% de clientes soliciten este tipo de servicios al mismo tiempo. Los cálculos se estiman sobre la demanda para el año 2018.

La tasa de transferencia 64 Kbps representa la capacidad requerida para transmitir datos interactivos que se genera desde el usuario al centro de datos (Derbyshire & Rajh, 1996, p. 1).

Número de canales upstream:

$$\text{Cantidad canales upstream VoD} = \frac{3.65}{30.72} = 0.12$$

Es suficiente un canal de retorno de 6.4 MHz para transmitir los flujos generados por solicitudes desde el suscriptor hacia la cabecera. A continuación, en la tabla 14-2, se muestra en resumen la capacidad total, según la demanda proyectada.

**Tabla 14-2:** Capacidad requerida para tráfico ascendente de solicitudes para VoD

Año	Clientes	Cantidad Flujo	Capacidad De solicitudes (Mbps)	Número de canales DOCSIS
2018	284	57	3.65	1
2019	327	66	4.22	1
2020	377	76	4.86	1
2021	434	87	5.57	1
2022	500	100	6.40	1
2023	575	115	7.36	1

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

### 2.2.5 Ancho de banda requerido por usuario

Para realizar este cálculo se considera, que el usuario va a tener la posibilidad de poder visualizar simultáneamente hasta dos pantallas con diferente contenido en el mismo televisor, en donde la primera ocupa la totalidad de la dimensión del televisor y la segunda en un canal distinto ocupando una dimensión inferior, con canales en definición HD, debido a que esta situación ocupa el mayor ancho de banda por televisor. En la tabla 15-2 se define cada resolución.

**Tabla 15-2:** Ancho de banda requerido por usuario

	SD	HD	SD+PiP	HD+PiP
MPEG-2	3 a 6 Mbps	15 Mbps	9Mbps	18Mbps
MPEG-4 o H.264	1.5 a 3 Mbps	de 6 a 9 Mbps	3Mbps	11Mbps

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

Para realizar el cálculo del ancho de banda total, por televisor o STB utilizado, se ha tomado en cuenta un valor de 11Mbps con la compresión MPEG-4. Además, se han reservado 2 Mbps que pertenecen a las aplicaciones de IPTV, como son anuncios publicitarios, notificaciones, mensajes del operador, entre otros. Por lo tanto, se calcula el ancho de banda requerido, para uno y dos televisores, ya que según la encuesta realizada se estima que los usuarios tienen en promedio hasta dos televisores, entonces:

$$AB1TV = 11Mbps + 2Mbps = 13Mbps$$

$$AB2TV = 11Mbps(2) + 2Mbps = 24Mbps$$

## 2.3 Memoria Técnica

### 2.3.1 *Estudio y diseño de la red de distribución y acceso de planta externa HFC en el centro de la parroquia Calpi.*

#### *Introducción*

Se utilizó para el desarrollo del diseño el software profesional AutoCAD, que tiene como principal tarea la elaboración de planos arquitectónicos, y para esto ofrece una gran variedad de tipos de líneas, grosores y colores que permiten la distinción de los distintos elementos o tramas del plano, utiliza un sistema de capas lo que da la posibilidad de trabajar en cada una de estas de manera individual y mantener un mejor ordenamiento y administración en lo que se refiere a elementos que conforman una pieza o un plano que se esté llevando a cabo.

Con el objetivo de dotar de una red de banda ancha para el transporte de tráfico de IPTV al sector centro de la parroquia Calpi, como se indica en la figura 4-2, se procedió a realizar el estudio y diseño del presente proyecto de Ingeniería de Red de Telecomunicaciones con el protocolo IP, Mediante redes HFC.

Los parámetros del diseño y el posterior despliegue del mismo tienen como fundamentación: las recomendaciones y estándares establecidas en la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) serie L “Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior” enunciado “Dispositivos de acceso que utilizan redes híbridas de fibra óptica/cobre” (UIT-T, 2000)



**Figura 4-2:** Sector centro de la parroquia Calpi

Fuente: <https://www.google.com.ec/maps>

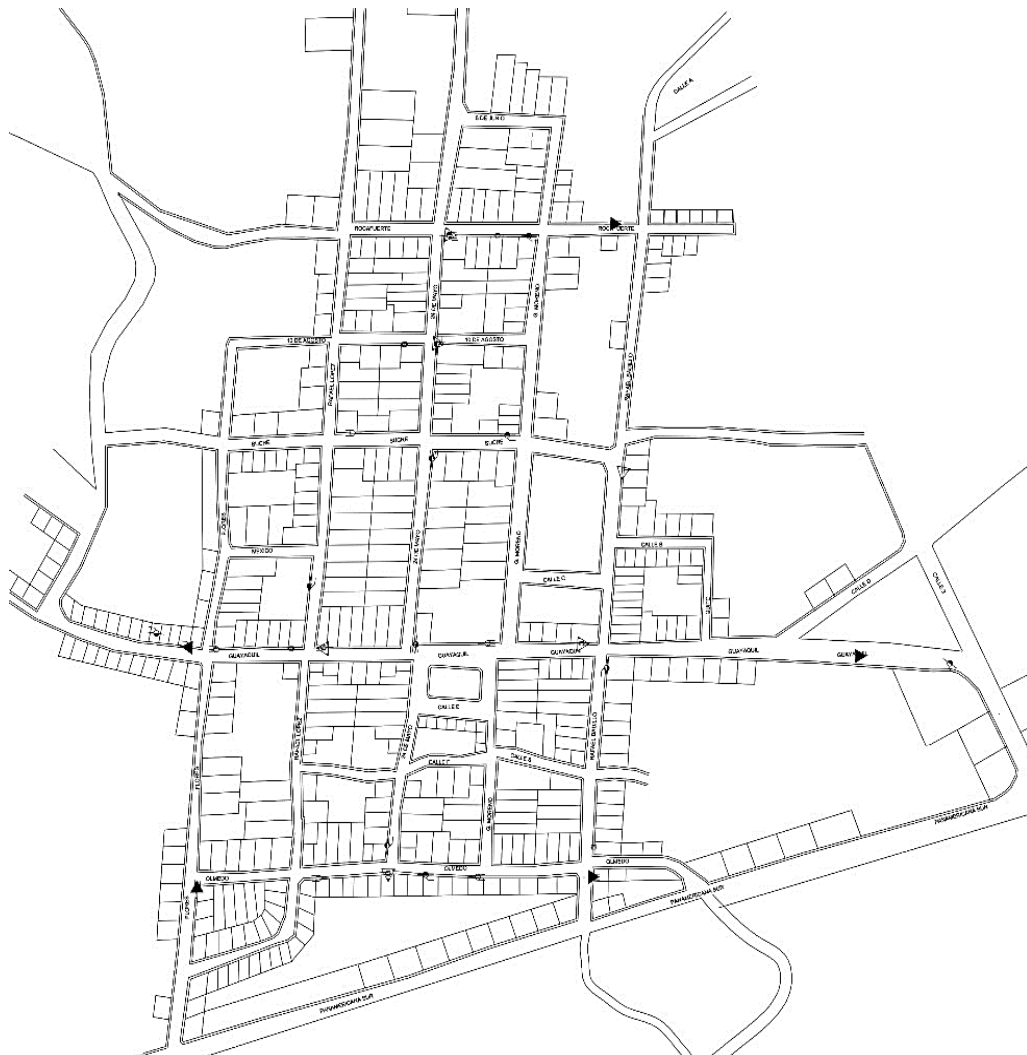
### 2.3.2 *Diseño Georreferenciado*

En primer lugar, se procede a la obtención de la planimetría georreferenciada de la zona o área en la cual se va a llevar a cabo el diseño mediante fuentes con una alta confiabilidad como son: Municipio, Consejos, Geo portales (GISS EERSA), entre otros.

Mientras más información se pueda obtener acerca de la planimetría, ubicaciones, puntos referenciales relevantes (Terrenos, cuencas hídricas, lugares populares) y todos los puntos que sirvan para orientarse, que contribuyan a una futura y fácil ubicación del personal de construcción en el terreno para una mayor eficiencia en el diseño. Es importante recalcar que una vez obtenida la planimetría en formato digital se procederá a verificar que se encuentre en la escala correcta 1:1 ya que con esto podemos garantizar que las distancias son las más aproximadas. En la



siguiente figura 5-2 se puede observar la planimetría del sector centro de la parroquia Calpi que se obtuvo.



**Figura 5-2:** Planimetría general del sector centro de la parroquia Calpi

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

Siguiendo con el proceso, se actualiza la planimetría de la zona, esta actividad consiste en hacer una visita al sector centro de la parroquia Calpi donde se ubica la demanda, realizando un recorrido cuadra a cuadra registrando en el plano o en un modelo de recolección de datos la información de los clientes potenciales de cada uno de los terrenos o viviendas existentes, como se muestra en la figura 6-2. El diseño de la planimetría tendrá una mayor aproximación mientras se cuente con la mayor cantidad de datos posibles.



**Figura 6-2:** Georreferenciación con UTM Geo Map apk

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

### 2.3.3 Consideraciones de diseño

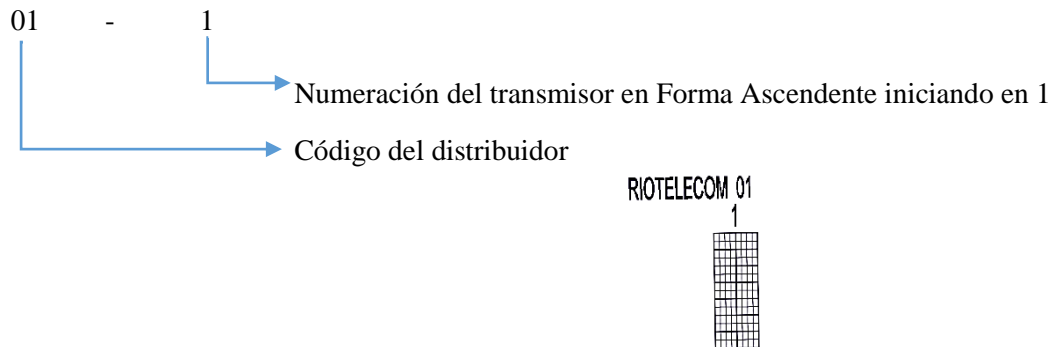
Teniendo en cuenta las recomendaciones vigentes por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) se considera un modelo con un enlace troncal de fibra óptica para lo que es el transporte de información desde la cabecera ubicada hacia el nodo óptico teniendo como aproximado una distancia de 7 Km.

Siguiendo esta misma normativa para la parte de cobre se utilizará cable coaxial de distintos calibres: para la parte troncal de la red de distribución se deberá ocupar un cable de  $\frac{1}{2}$  o  $\frac{3}{4}$  y en este caso utilizaremos el de  $\frac{1}{2}$  correspondiente al cable RG.500 para cubrir distancias de 0 a 500 metros antes de utilizar un amplificador; para la parte de distribución se utilizar un cable de menor calibre correspondiente al cable RG-11 que tiene como cobertura una distancia máxima de 300 metros y también puede utilizar amplificadores para alargar esta distancia, por ultimo tenemos la red de acceso para la cual hay dos opciones el cable RG-6 y el cable RG-59 y en nuestro caso hemos optado por el RG-6 ya que tiene mejores prestaciones y puede cubrir una distancia máxima de 50 metros. (UIT-T, 2000, p. 3)

### 2.3.4 Red de fibra óptica FEEDER

El cable de fibra óptica troncal FT\_01\_00\_00(24) con capacidad de 24 hilos, va a ser desplegado de forma totalmente área, iniciando su trayecto desde el transmisor óptico ubicada en las calles Ecuador y Av. Pedro Vicente.

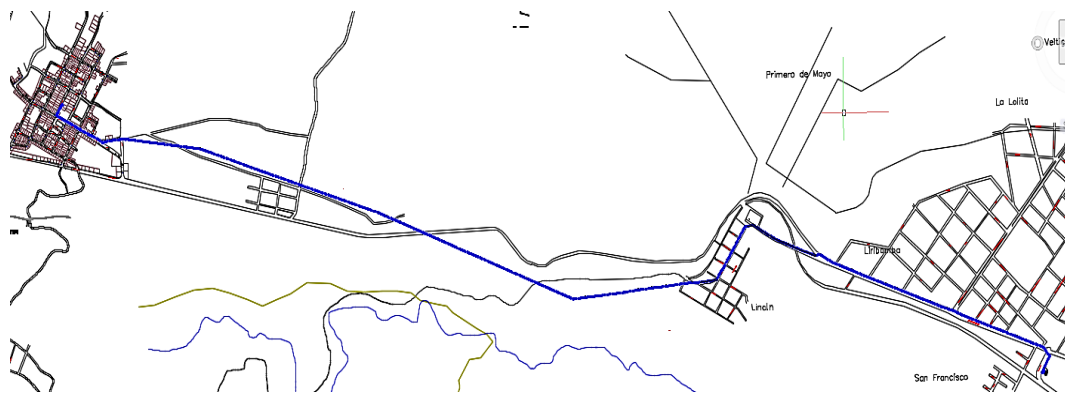
Al transmisor óptico se designa una numeración secuencial de acuerdo al orden de instalación, es decir el identificador de la Trx-1 es como se muestra en la figura 7-2.



**Figura 7-2:** Transmisor óptico

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

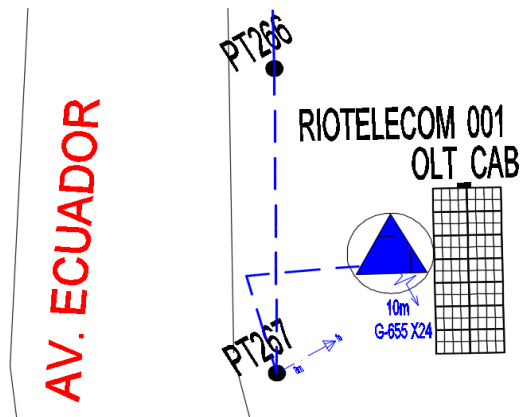
La red troncal FEEDER tiene un recorrido que inicializa en la Avenida Ecuador, continua su recorrido por la Avenida Pedro Vicente hasta su terminación en la carretera Panamericana siguiendo la trayectoria a través de un desvío hacia el lado izquierdo hasta encontrarse con la calle Atacames, una vez ahí continuamos a través de campo traviesa hasta llegar a la calle de D siguiendo esta hasta encontrar la calle Guayaquil en el centro de la parroquia Calpi, seguiremos esta calle hasta llegar finalmente a la calle 24 de Mayo donde termina el recorrido, como se indica en la figura 8-2.



**Figura 8-2:** Recorrido de cable FEEDER de 24 hilos

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

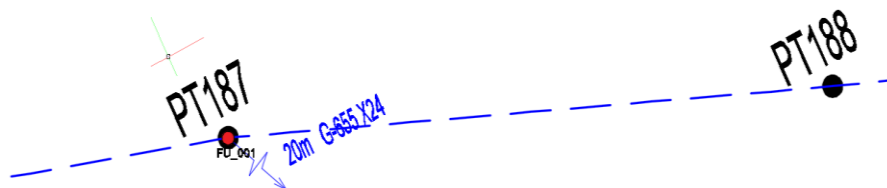
Para dar el servicio al sector centro de la Parroquia Calpi desde la cabecera del proveedor de servicios se sale con un cable FEEDER troncal de 24 hilos aéreo hasta llegar al poste PT267 del mapa donde se realiza una subida a poste, tal como se indica en la Figura 9-2.



**Figura 9-2:** Salida cabecera al primer poste

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

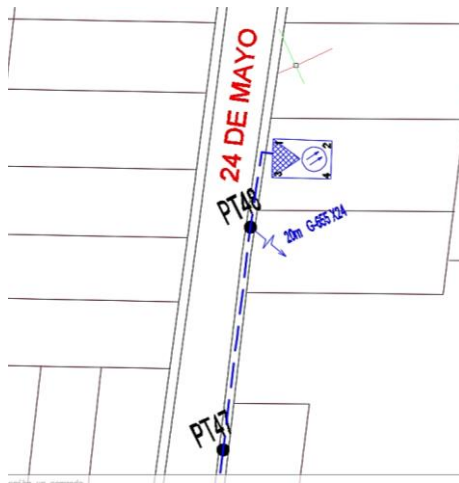
Desde el poste PT267 continua la red troncal con cable FEEDER de 24 hilos de fibra óptica hasta llegar al poste 187 donde se realizará la fusión de las 24 fibras y se insertara en el interior de una manga, como se indica en la figura 10-2, ya que los carretes de fibra vienen en longitudes de 5000 metros por lo tanto para cubrir la distancia requerida debemos hacer uso de algunos de estos carretes.



**Figura 10-2:** Fusión 24 hilos poste 187

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

Posteriormente a la fusión continua la red FEEDER a través de la posteria de la Empresa Eléctrica de Riobamba hasta llegar al poste PT48 marcado en el mapa, como se muestra en la figura 11-2, donde finalmente se baja con el cable hasta el nodo óptico finalizando la red troncal.



**Figura 11-2:** Terminación de la red troncal FEEDER de 24 hilos

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

Siguiendo la normativa establecida por la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT) se debe considerar que por cada 500 m de fibra óptica se dejara una reserva de 20 metros en el poste, como se muestra en la tabla 16-2, la descripción de la red troncal.

**Tabla 16-2:** Descripción de los tramos de la red troncal FEEDER

PUNTOS	Distancia (metros)	Descripción
RES-1	10	Reserva del interior de la cabecera HFC
SUBP	8	Subida a poste en el poste PT267
PT267-254	490,36	Distancia recorrida desde el poste PT267 hasta el PT254
RES-2	20	Reserva en el poste PT254
PT254-244	479,36	Distancia recorrida desde el poste PT254 hasta el PT244
RES-3	20	Reserva en el poste PT244
PT244-235	544,56	Distancia recorrida desde el poste PT244 hasta el PT235
RES-4	20	Reserva en el poste PT235
PT235-223	485,9	Distancia recorrida desde el poste PT235 hasta el PT223
RES-5	20	Reserva en el poste PT223
PT223-211	496,69	Distancia recorrida desde el poste PT223 hasta el PT211
RES-6	20	Reserva en el poste PT211
PT211-204	514,41	Distancia recorrida desde el poste PT211 hasta el PT204
RES-7	20	Reserva en el poste PT204
PT204-198	523,97	Distancia recorrida desde el poste PT204 hasta el PT198
RES-8	20	Reserva en el poste PT198
PT198-193	506,53	Distancia recorrida desde el poste PT198 hasta el PT193
RES-9	20	Reserva en el poste PT193
PT193-187	531,22	Distancia recorrida desde el poste PT193 hasta el PT187
RES-10	20	Reserva en el poste PT187
PT187-181	545,23	Distancia recorrida desde el poste PT187 hasta el PT181

RES-11	20	Reserva en el poste PT181
Fusión		Fusión cable FEEDER 24 hilos en el poste 181
PT181-175	488,54	Distancia recorrida desde el poste PT181 hasta el PT175
RES-12	20	Reserva en el poste PT175
PT175-168	536,5	Distancia recorrida desde el poste PT175 hasta el PT168
RES-13	20	Reserva en el poste PT168
PT168-48	497,96	Distancia recorrida desde el poste PT168 hasta el PT48
RS-14	20	Reserva en el poste PT48
PT48-NO	14,1	Bajada del poste PT48 hacia el Nudo Óptico
TOTAL	6933,33	Total de metros de fibra utilizados.

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

### 2.3.5 Red de distribución coaxial

Se consideró toda la zona del sector centro de la parroquia Calpi, por ser el lugar con mayor densidad poblacional y donde se puede encontrar un número mayor de clientes potenciales.

La localidad presenta una demanda en todo el sector limitado por las calles Panamericana Sur, Flores, Rocafuerte y calle 3, que serán atendidas por la red distribución HFC y esta fue establecida de acuerdo al estudio realizado haciendo una visita de campo, recorriendo cuadra a cuadra y llevando un registro en un plano con clientes potenciales de cada uno de los terrenos y domicilios existente en el sector.

La red de distribución se encuentra dividida en tres partes fundamentales cada una cumple con una función específica y necesaria para el óptimo y correcto funcionamiento y estas son:

#### 2.3.5.1 Red de distribución troncal

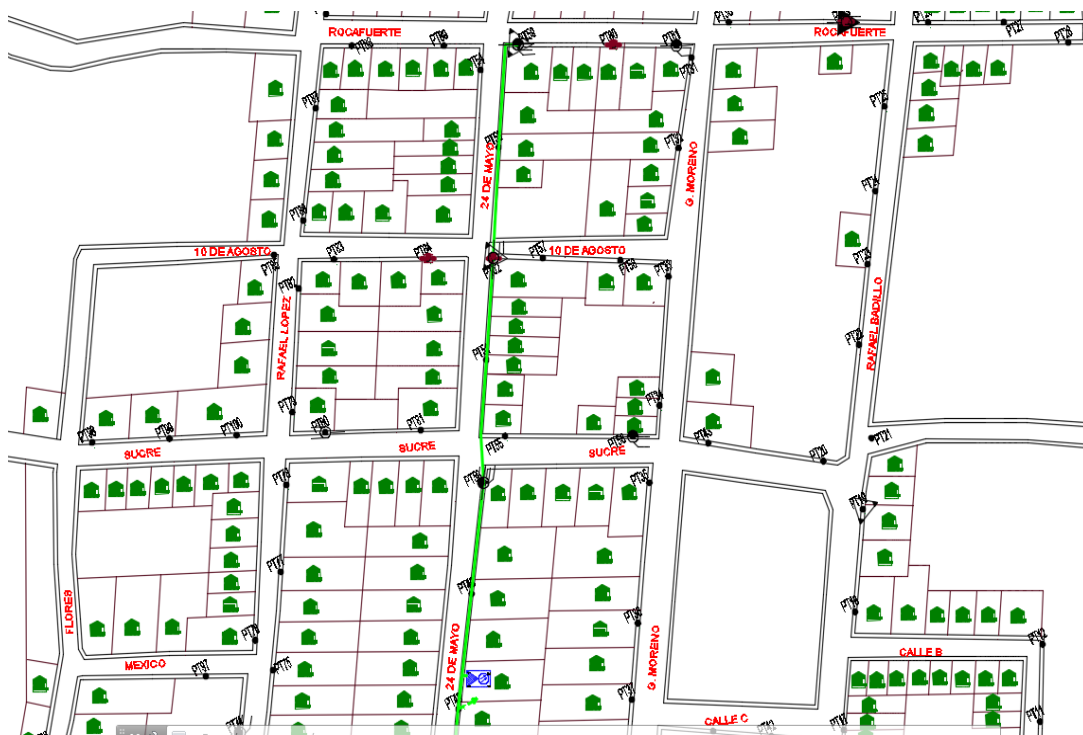
El recorrido de la red troncal de distribución, comprende el tendido del cable coaxial troncal RG.500 desde la salida del nodo óptico hasta los dispositivos activos o pasivos utilizados para la siguiente etapa de la distribución. La recomendación de la UIT-L.47 para esta red es utilizar un amplificador si la distancia sobrepasa una longitud de 500 metros.

Este cable debe ser suspendido en los postes de tendido eléctrico por errajes diseñados para este fin y con la infraestructura adecuada. Aparte de la correcta instalación se debe tomar en cuenta las pérdidas que se producen por la distancia, la inserción de elementos pasivos y las pérdidas propias del material que están contruidos.

Para nuestro diseño se ha determinado que la mejor manera de distribuir la red troncal es dividiendo al centro de la parroquia Calpi en dos zonas que las llamaremos Sector Calpi norte y Sector Calpi sur.

- *Sector Calpi Norte*

El sector Calpi norte inicia en la calle 24 de mayo y sigue el trayecto atravesando la calle Sucre, la calle 10 de agosto hasta finalizar en la calle Rocafuerte cubriendo una longitud de 276,05 metros y una pérdida por distancias de 17,308 dB lo que indica que está dentro de las recomendaciones de la UIT-L.47 y se puede apreciar en la figura 12-2.



**Figura 12-2:** Red troncal de distribución- sector Calpi norte

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

- *Sector Calpi Sur*

Para el sector Calpi Sur, nuevamente inicializamos el recorrido en la calle 24 de mayo para atravesar la calle Guayaquil, Calle E, calle F hasta finalmente alcanzar la calle Olmedo donde termina la trayectoria alcanzando una longitud de 226,98 metros y una pérdida por distancia de 14,232 dB lo que una vez más indica que se encuentra dentro de los parámetros permitidos para este tipo de redes como se puede apreciar en la figura 13-2.



**Figura 13-2:** Red troncal de distribución- sector Calpi sur.

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

### 2.3.5.2 Red de Distribución secundaria









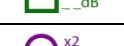


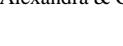
El trayecto de la red de distribución tiene como objetivo el tendido del cable coaxial RG-11 que inicia en las derivaciones primarias de la red troncal que pueden ser acopladores direccionales, divisores troncales o amplificadores minibridge hasta los dispositivos pasivos derivadores llamados Taps para dar paso a la última etapa. Una vez más tomando como referencia la norma UIT-L.47 que recalca que se necesitara un amplificador cada vez que la distancia sobrepase los 300 metros de longitud.



El cable debe ser sujetado a la posteria eléctrica con errajes diseñados para este objetivo. Se debe tomar en cuenta las pérdidas intrínsecas del material, las perdías por distancia y las pérdidas por la inserción de dispositivos intermedios para llegar con la suficiente potencia hacia los derivadores Taps.

Para facilitar la comprensión del diseño de la red, se divide en ramas que cubrirán una determinada área para ello se elaborará un cuadro con las abreviaturas utilizadas y las cuales detallaremos a continuación en la tabla 17-2:

**Tabla 17-2:** Leyenda de elementos de red de distribución

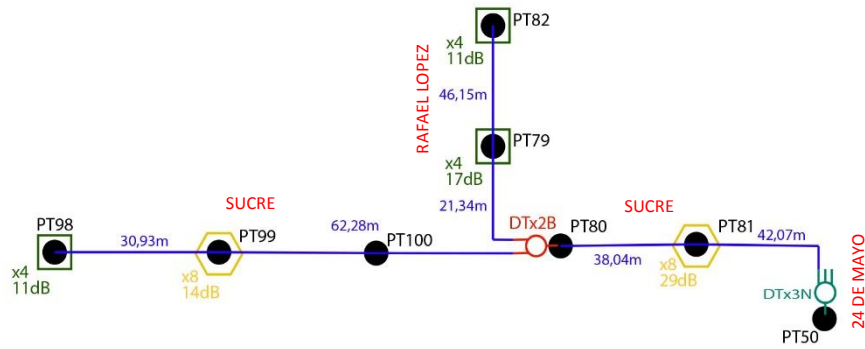
Abreviatura	Símbolo	Significado	Perdidas
AD__	 AD__	Acoplador direccional de 8,12 0 16 dB	
DTx2B	 DTx2B	Divisor Troncal dos vías balanceado	Perdida de 4.6 dB Por salida
DTx3B	 DTx3B	Divisor Troncal tres vías balanceado	Perdida de 6.6 dB Por salida
DTx3N	 DTx3N	Divisor Troncal tres vías no balanceado	Perdida de 7.5 dos Salidas y 4,5 una salida
AT__	 AT__	Atenuador de 3, 6, 8, 10, 12, 16, 20 dB.	
MB__	 MB__	Amplificador Minibridge de dos salidas.	Ganancia de 44 dB
LE__	 LE__	Amplificador Line Extender	Ganancia de 42 dB
TAP X8 __	 x8 __dB	Tap derivador de 8 salidas.	Perdida de 3.4, 1.8, 1.3, 1, 0.87 dB.
TAP X4 __	 x4 __dB	Tap derivador de 4 salidas.	Perdida de 3.6, 1.8, 1.5, 1.1, 0.8, 0.9 dB.
TAP X2 __	 x2 __dB	Tap derivador de 2 salidas.	Perdida de 3.5, 1.8, 1.1, 1, 0.9 dB.
PT__	 PT__	Poste Electrico	
RG-11		Cable coaxial RG-11	Pérdidas de 10.5db/100m

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

## Sector Norte

### RAMA 1

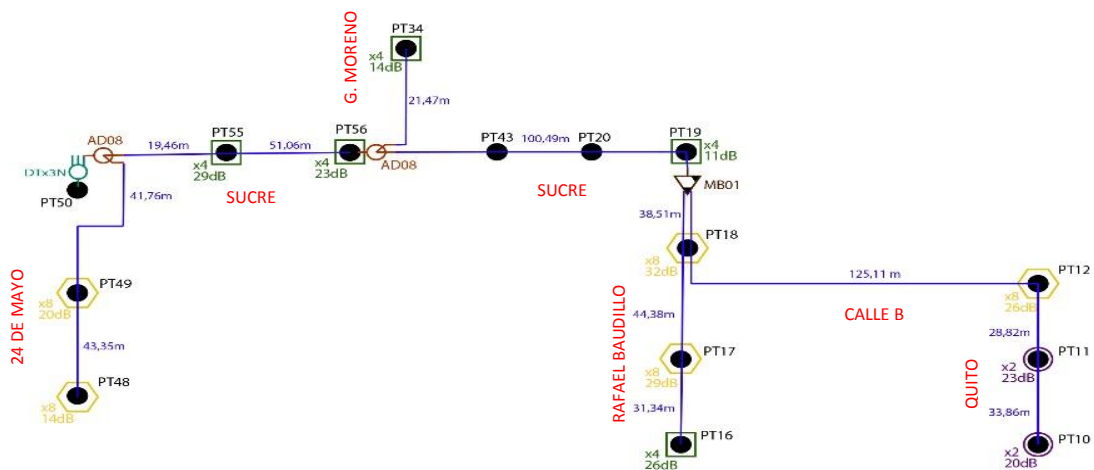
La rama 1 inicia desde la salida de un DTx3N en el PT50 ubicado en la calle 24 de mayo, continua su recorrido a través de la calle sucre llegando al PT80 donde se ubica un DTx2B que divide en dos sub ramas denominadas 1.1 y 1.2. La rama 1.1 sigue la calle Rafael López en dirección norte hasta terminar en el PT82, para la rama 1.2 continua a través de la calle Sucre y finaliza en el PT98. A continuación, en la Figura 14-2 se detalla cada una de las ramas con sus distancias y valores de cada elemento.



## RAMA 2

La calle 24 de Mayo es el inicio de la rama 2 , y en el PT50 se coloca un AD que subdivide esta rama en las ramas 2.1 y 2.2. para esta primera se ubica igualmente en la calle 24 de Mayo y tiene su fin en el PT48, mientras que la rama 2.2 continua el trayecto por la calle sucre hasta llegar al PT56 en el mismo que se subdivide en dos ramas que llamaremos 2.2.1 y 2.2.2.

La rama 2.2.1 va en sentido norte por la calle G. Moreno hasta alcanzar el PT34 donde finaliza, para la rama 2.2.2 continua por la calle sucre y llega al PT19 en el mismo que se ubica un Minibrige, que nuevamente subdivide la rama 2.2.2 en las ramas 2.2.2.1 y 2.2.2.2 con orientacion sur. La rama 2.2.2.1 cubre lo que es la calle Rafael Baudillo hasta el PT16. Para la rama 2.2.2.2 inicia en la calle Rafael Baudillo para continua por la calle B hasta alcanzar la calle Quito donde termina en el PT10, en la figura 15-2 se puede observar los descrito con anterioridad a detalle.

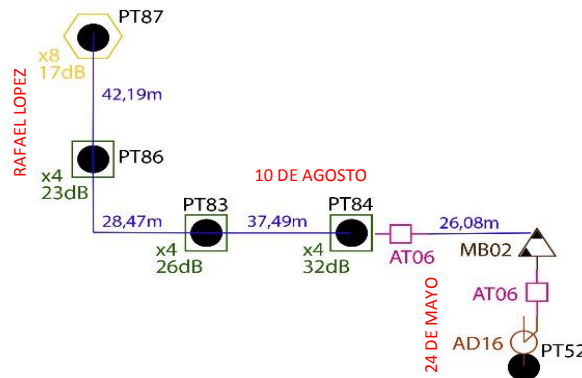


**Figura 15-2:** Red de distribución sector norte-rama 2

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

### RAMA 3

En el PT52 ubicado en la calle 24 de mayo donde se coloca un MB para que empiece la rama 3 y continua por la calle 10 de agosto y llega al PT83 en el cual da un giro hacia la calle Rafal López en sentido norte donde culmina el recorrido en el PT87. En la Figura 16-2 se puede apreciar lo expuesto con anterioridad.

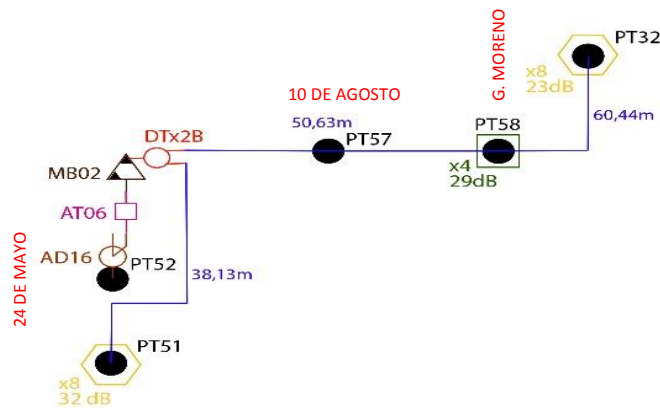


**Figura 16-2:** Red de distribución sector norte-rama 3

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

### RAMA 4

Nuevamente el PT52 es en inicio para la Rama 4, a través de una de las salidas del MB y un DTx2B se subdivide en las ramas 4.1 y 4.2, la rama 4.1 sera la que llega al PT51 en la calle 24 de Mayo. Para la rama 4.2 se observa que continua por la calle 10 de Agosto hasta alcanzar el PT58, luego va por la calle G. Moreno hacia el norte donde termina en el PT32. En la figura 17-2 se observa a detalle lo mencionado.

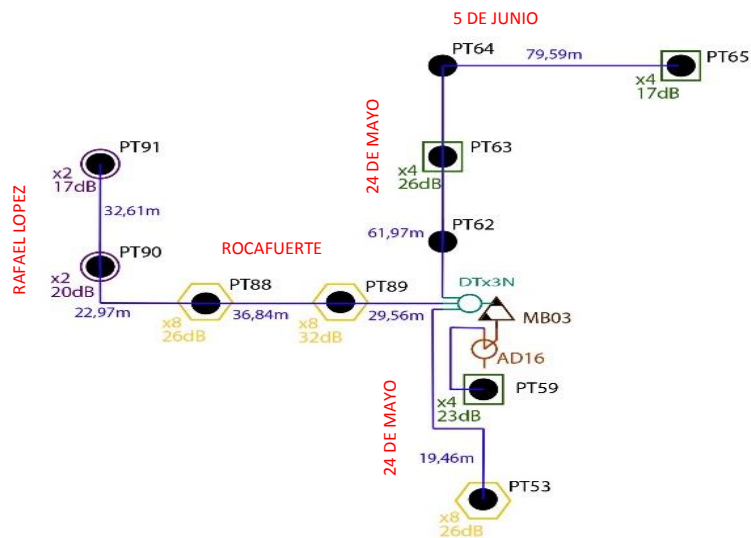


**Figura 17-2:** Red de distribución sector norte-rama 4

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

## RAMA 5

Esta rama inicia en la calle 24 de mayo en el poste PT59 donde se ubica un minibridge y desde una de sus salidas se subdivide en las ramas 5.1, 5.2 y 5.3 gracias a un DTx3B. La rama 5.1 finaliza en el PT53 en la misma calle en sentido sur. La Rama 5.2 sigue por la calle Rocafuerte donde hasta el PT88, y continua a través de la calle Rafael López hacia el norte para terminar en el PT91, finalmente para la rama 5.3 tenemos que sigue por la calle 24 de mayo norte y llega a la calle 5 de junio donde finaliza la rama conectando en el PT65. Lo dicho con anterioridad se puede apreciar a detalle en la figura 18-2.



**Figura 18-2:** Red de distribución sector norte-rama 5

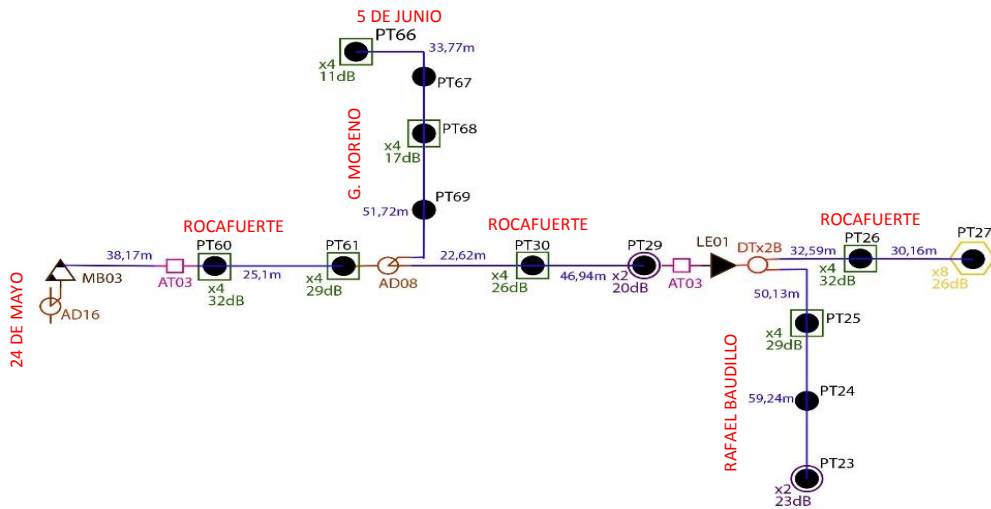
Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

## RAMA 6

Para la rama 6 tenemos que parte de una salida del MB03 ubicado en el PT59 en la calle 24 de mayo y continua por la calle Rocafuerte hasta el PT61, llegando hasta un AD que subdivide en la rama 6.1 y 6.2. La rama 6.1 sigue la calle G. Moreno hacia el norte para posteriormente llegar a la calle 5 de junio donde finalmente conecta en el PT66.

La rama 6.2 sigue el recorrido por la calle Rocafuerte hasta el PT29 donde se ubica un LE y un DTx2B, que nuevamente subdivide en las ramas 6.2.1 y 6.2.2, la Rama 6.2.1 continua por la calle Rocafuerte para finalizar en el PT27, mientras que para la rama 6.2.2 se desvía hacia la calle

Rafael Baudillo con sentido sur para su culminación en el PT23. En la figura 19-2 se puede apreciar a detalle de la estructura de esta rama.



**Figura 19-2:** Red de distribución sector norte-rama 6

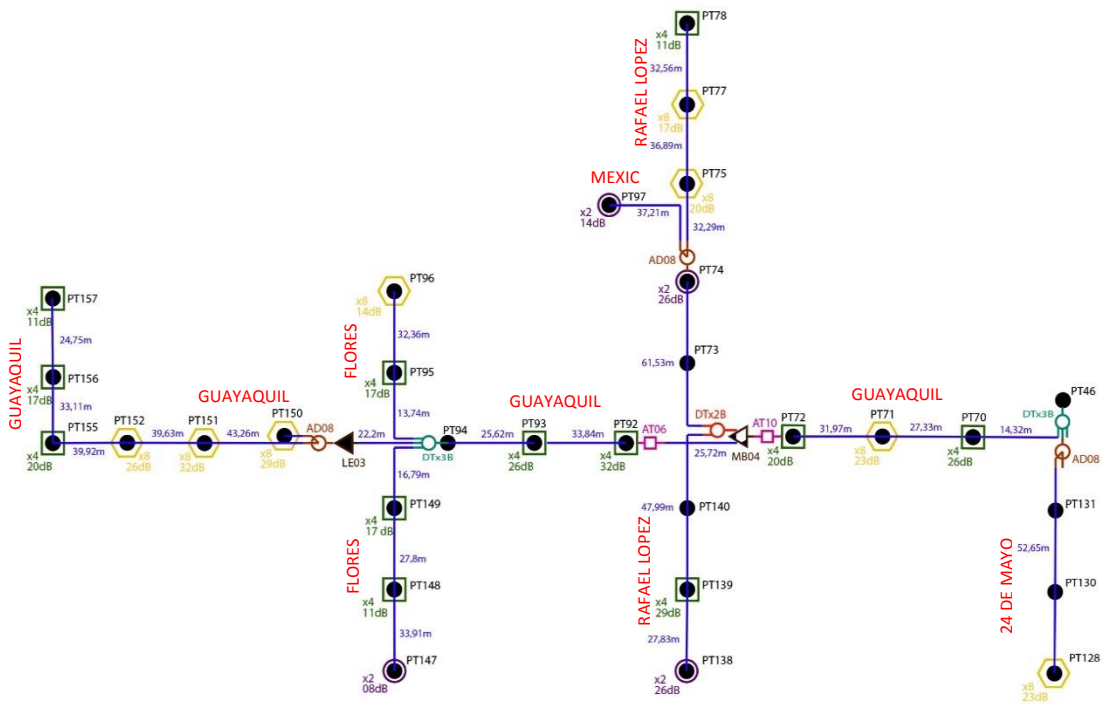
**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

## SECTOR SUR

### RAMA 7

La rama 7 va con dirección sur del sector centro de la parroquia Calpi e inicia en el PT46 a través de un DTx3B, que subdivide a la misma en las ramas 7.1 y 7.2, para la red 7.1 conecta en el PT128 en la calle 24 de mayo sentido sur, mientras que la Rama 7.2 continua por la calle Guayaquil hasta llegar al PT72 donde se coloca un MB y un DTx2 que nuevamente subdividen en tres ramas denominadas 7.2.1, 7.2.2 y 7.2.3. La rama 7.2.1 alcanza al PT74 ubicado en la calle Rafael López hacia el norte en el mismo que se localiza un AD que subdivide en las ramas: 7.2.1.1 que va por la calle Mexico y llega al PT97 donde termina. Para la rama 7.2.1.2 continua por la calle Rafael López llegando al PT78.

La rama 7.2.3 va con dirección sur por la calle Rafael López para terminar en el PT138, con la rama 7.2.2 tenemos que sigue la calle Guayaquil hasta llegar al PT96 donde una vez más se divide en las ramas 7.2.2.1, 7.2.2.2 y 7.2.2.3 a través de un DTx3B. la rama 7.2.2.1 va con dirección norte de la calle Flores hasta el PT96 mientras que la rama 7.2.2.3 va en dirección contraria hasta el PT 147 donde acaba. Para la rama 7.2.2.2 sigue la calle Guayaquil hasta finalmente llegar al PT157. Para mayor comprensión de lo expuesto se detalla en la figura 20-2.



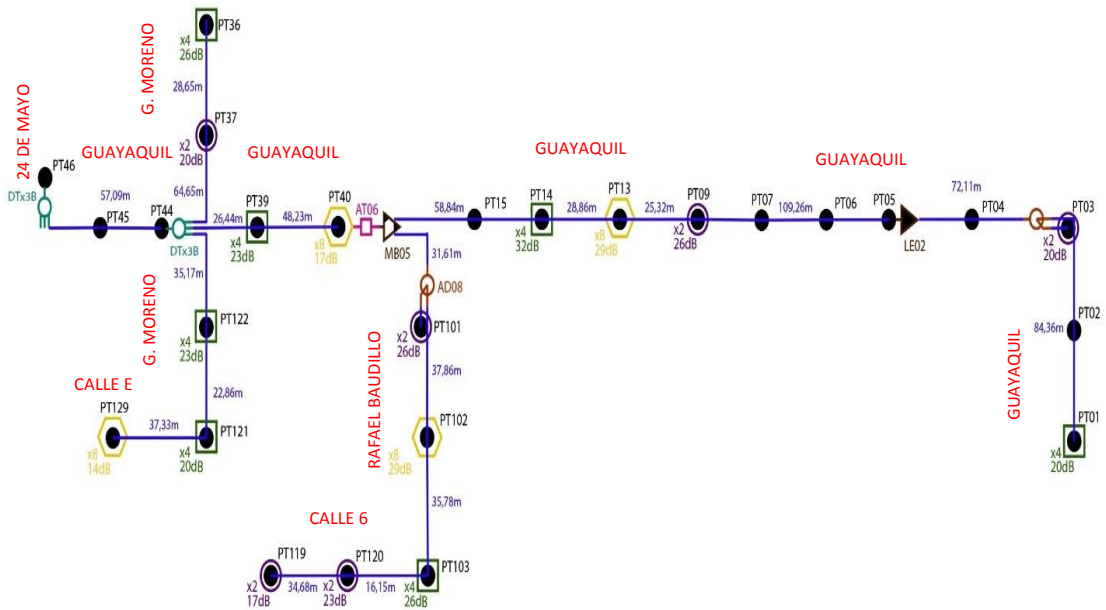
**Figura 20-2:** Red de distribución sector sur-rama 7

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

## RAMA 8

La rama 8 parte de un DTx3B que se encuentra en la calle 24 en el PT46 y continua por la calle Guayaquil, hasta el PT44 donde a través de un DTx3B se subdivide en las ramas 8.1, 8.2 y 8.3. para la primera de estas se sigue en dirección norte a través de la calle G. Moreno hasta el PT36, mientras que para la rama 8.3 va en dirección contraria hasta el PT121 donde hace un giro para finalmente terminar el en PT 129 en la calle E. la rama 8.2 sigue su trayecto por la calle Guayaquil llegando al PT40 en cual se ubica un MB, que nuevamente subdivide la rama 8.2 en las ramas 8.2.1 y 8.2.2.

La rama 8.2.1 sigue su recorrido por la calle Guayaquil para finalmente alcanzar el PT01 que es el final para esta; para la rama 8.2.2 va en dirección sur de calle Rafael Baudillo para continuar por la calle 6, donde se encuentra el PT119 que es el final de la trayectoria. Tal como se detalla en la figura 21-2.



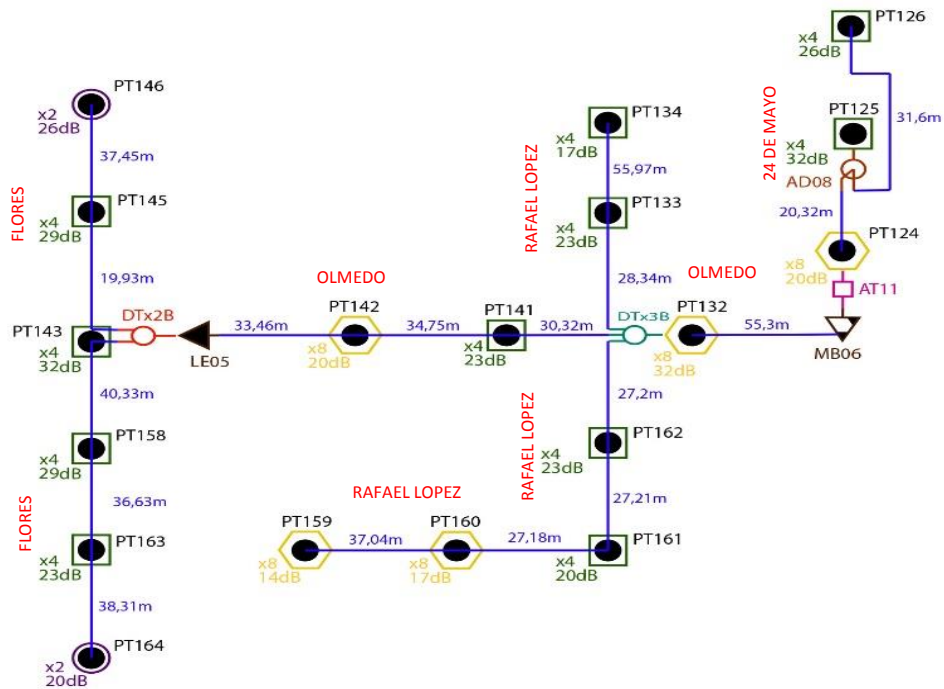
**Figura 21-2:** Red de distribución sector sur-rama 8

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

## RAMA 9

Esta rama inicia con un AD en el PT125 de la calle 24 de mayo, donde se derivan las Ramas 9.1 y 9.2, para la primera de estas sigue la misma calle en dirección norte hasta el PT126 en cambio la rama 9.2 parte de un MB y sigue por la calle Olmedo hasta el PT132 donde se coloca un DTx3B que subdivide esta rama en las ramas 9.2.1, 9.2.2 y 9.2.3. La rama 9.2.1 viaja por la calle Rafael López en dirección norte hasta llegar al PT134 en cambio la rama 9.2.3 sigue la misma calle, pero en dirección sur hasta alcanzar el PT159.

La rama 9.2.2 continúa por la calle Olmedo hasta el PT143 donde se amplifica y se subdivide en las ramas 9.2.2.1 y 9.2.2.2 a través de un DTx2B, las dos ramas antes mencionadas siguen la calle Flores la primera en dirección norte hasta el PT146 y la segunda en dirección sur hasta el PT164. Lo mencionado anteriormente se puede apreciar a detalle en la figura 22-2.



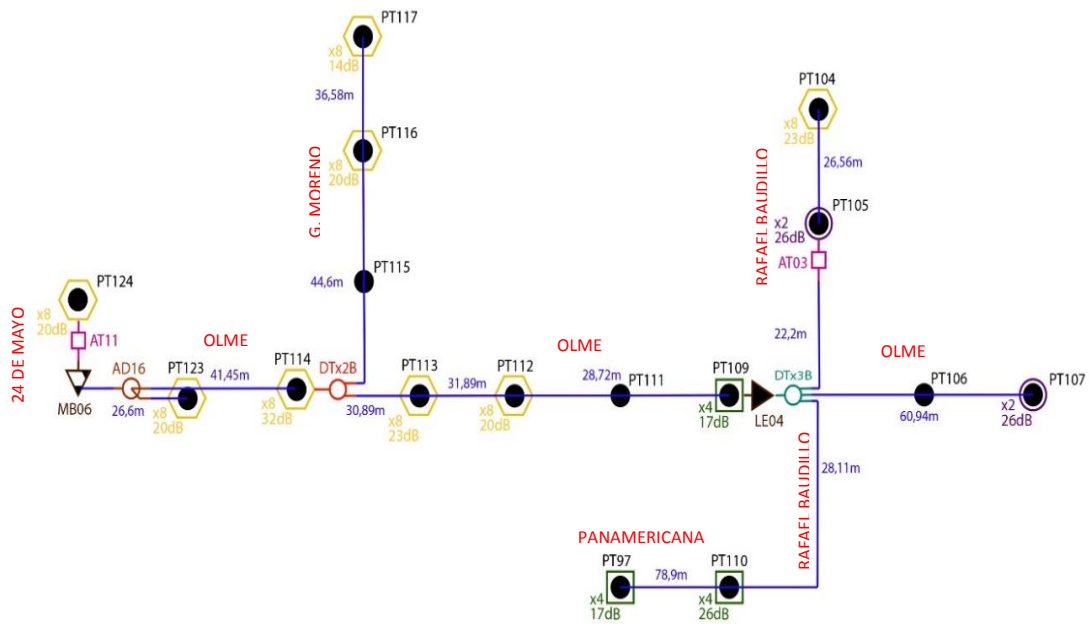
**Figura 22-2:** Red de distribución sector sur-rama 9

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

## RAMA 10

La rama 10 y ultima, igualmente inicia en la calle 24 de mayo en la salida de un MB y continua a través de la calle Olmedo hasta el PT114 donde un DTx2 subdivide esta rama en las ramas 10.1 y 10.2, para la primera de estas tenemos que sigue en dirección norte por la calle G. Moreno alcanzado el PT117 donde termina. La rama 10.2 sigue su trayecto por la calle Olmedo hasta el PT109 donde se amplifica la señal con un LE y se deriva en tres sub ramas denominadas 10.2.1 10.2.2 y 10.2.3. Las ramas 10.2.1 y 10.2.3 siguen la calle Rafael Baudillo la una en sentido norte hasta el PT104 y la otra en sentido sur llegando a la Panamericana Sur en donde termina en el PT97. La rama 10.2.2 sigue la misma calle Olmedo y finaliza en el PT107. Tal como se puede apreciar en la figura 23-2.





**Figura 23-2:** Red de distribución sector sur-rama 10

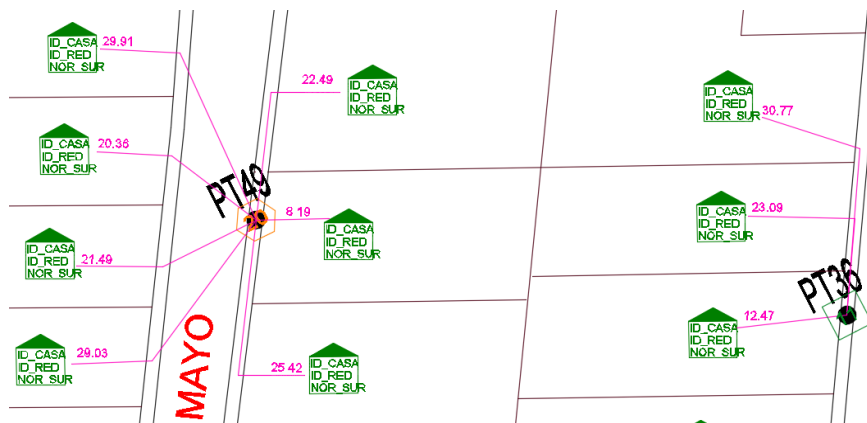
**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

### 2.3.5.3 Red de acceso

El trayecto de la red de acceso, tiene como objetivo el tendido del cable coaxial RG-6 que inicia en las Derivadores secundarios (Taps) hasta los dispositivos activos del cliente (Cable Modem) para dar paso a la última etapa de conexión hacia el usuario. Una vez más tomando como referencia la norma UIT-L.47 que sugiere que la distancia no sobrepase los 50 metros de longitud.

Para la ubicación de los Tap se tomó en cuenta la densidad poblacional, tratando de colocarlos lo más concéntricos posibles del área que se desea cubrir utilizando Taps de 2,4 y 8 salidas. Optando en su mayoría por los Taps de 4 salidas, tratando de cumplir con la normativa de las distancias expuesto anteriormente por lo que al utilizar taps de 8 salidas se cubre una mayor área, pero sobrepasando los límites de la distancia permitida.

El cable inicia en la posteria eléctrica y continua hasta llegar a un punto del domicilio del usuario. en donde comienza la red interna del usuario, como se puede apreciar en la Figura 24-2.

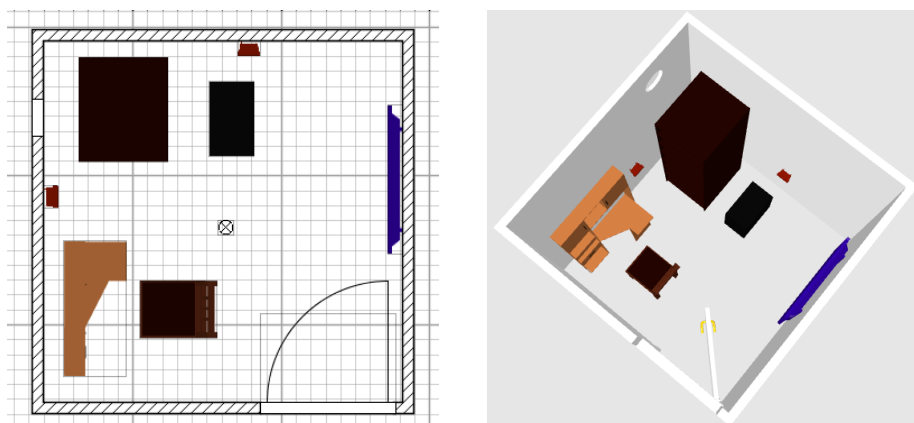


**Figura 24-2:** Red de acceso

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

### 2.3.6 *Diseño del cuarto de equipos*

Para la cabecera de red es necesario un espacio adecuado para la colocación e instalación del equipamiento necesario para la transmisión y recepción de contenido, teniendo en cuenta los parámetros de correcto funcionamiento de cada uno de los equipos se llegó a la propuesta que describe lo siguiente: un cuarto de 2.5 metros de ancho por 2.5 de largo y 3 metros de altura, un sistema de climatización que mantenga la temperatura dentro del lugar a 20°C por último se muestra el dimensionamiento de la cabecera en forma de plano arquitectónico y en forma de modelado 3D para saber la ubicación de cada elemento como se muestra en la figura 25-2.

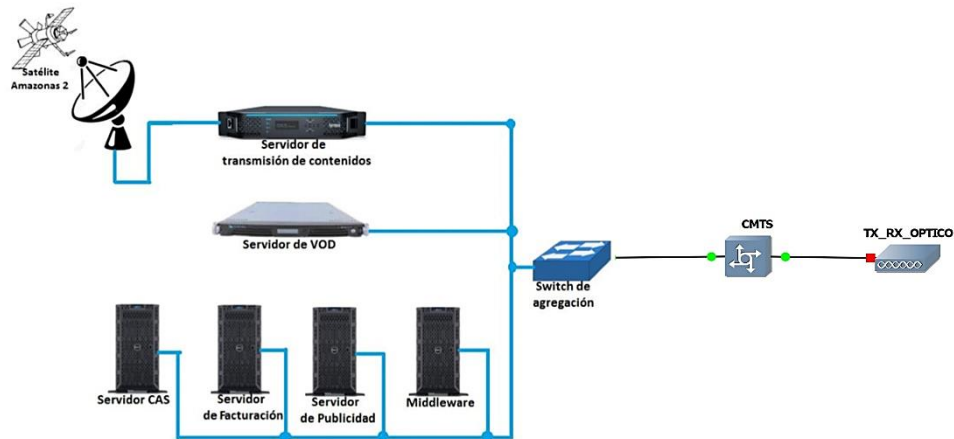


**Figura 25-2:** Dimensionamiento en plano arquitectónico y Modelado 3D

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

### 2.3.7 Diagrama de interconexión de los equipos de la cabecera IPTV

Con lo antes mencionado en el Capítulo 1 se detalló los equipos necesarios que conforman la cabecera IPTV además de una breve explicación de cómo deberían estar interconectados, en la figura 26-2 se muestra un diagrama de interconexión para una mejor comprensión y entendimiento de cómo debería estar interconectados los dispositivos.



**Figura 26-2:** Diagrama de interconexión de equipamiento IPTV

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

## FASE 3

### 2.4 Elección de componentes de Red HFC

#### 2.4.1 Equipamiento de cabecera IPTV

Como primera instancia se analiza los parámetros requeridos para la implementación de nuestra red y se realiza la elección del equipamiento necesario para la cabecera IPTV, como son equipos para recepción de señales, digitalización y tratamiento de dichas señales.

##### 2.4.1.1 Servidor de transmisión de contenido


El requerimiento principal para este equipo, es la capacidad de recibir el contenido audio/visual en formato satelital transmitido en vivo, bajo el estándar europeo DVB-S/S2, ya que IPTV aún no se encuentra estandarizado en el país, se debe regir al estándar empleado por el Satélite que emite los contenidos.

Debe ser capaz de transmitir el contenido en paquetes IP a los STB, utilizando una compresión MPEG-2 y MPEG-4/H.264, además poseer gran capacidad de procesamiento, para recibir la mayor cantidad de transpondedores, los mismos que vienen definidos por un cierto número de canales de TV. En caso de que los canales vengan codificados, es necesario la utilización de módulos de acceso condicionado (CAM), los cuales pueden decodificar entre 8 y 12 canales. Por lo cual el equipo debe ser capaz de expandir el número de entradas DVB ya que los módulos tienen una entrada DVB, además permitir en un futuro aumentar el número de canales de programación a ofrecer, sin la necesidad de un cambio de equipo por falta de puertos. (Borja , 2017, p. 70)

Compatibilidad con los servidores de VOD, CAS, Middleware y la posibilidad de inserción de publicidad.

Dicho los parámetros más importantes que debe poseer este equipo, se opta por el servidor de transmisión de contenidos de la marca Harmonic, del modelo Prostream 9100, el cual se especifica en la siguiente Tabla 18-2.

**Tabla 18-2:** Especificaciones técnicas Servidor de transmisión de contenidos

<b>Marca</b>	<b>Harmonic</b>
<b>Modelo</b>	<b>Prostream 9100</b> 
<b>Salidas/entradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1-RU chasis con 5 slots para 20 DVB tuners (cada slot posee 4 conectores BNC).</li> <li>• Dos interfaces Ethernet 1000Base-Tx disponibles para la conexión de los servidores de CAS y para la gestión de la red.</li> <li>• Dos interfaces 1-GbE SFP (multi modo, mono modo, cobre).</li> </ul>
<b>Servicios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmisión de Live TV.</li> <li>• Permite inserción de publicidad en MPEG-2 y MPEG-4 AVC SD/HD.</li> <li>• Ranuras para sistemas CAS/DRM.</li> <li>• Encapsulación IP MPEG sobre UDP/IP/MAC/RTP/HRTTP.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inserción de anuncios locales</li> <li>• soporte para multicast que permite la distribución punto a multipunto de contenido de alta calidad.</li> <li>• Multiplexación y codificación de hasta 500 servicios SD y HD simultáneos de difusión.</li> <li>• Direccionamiento unicast y multicast.</li> </ul>
<b>Formato para contenidos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Admite contenido en compresión MPEG-2 y MPEG-4/H.264 AVC, para SD y HD.</li> </ul>

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

**Fuente:** [https://www.harmonicinc.com/media/2016/05/Harmonic\\_DS\\_ProStream-9100.pdf](https://www.harmonicinc.com/media/2016/05/Harmonic_DS_ProStream-9100.pdf)

#### 2.4.1.2 Servidor de VoD


Este equipo debe permitirle al usuario tener un servicio interactivo eficiente, por lo cual debe soportar la aplicación de nPVR, ( network Personal Video Recorder), el cual permite que el contenido que se graba se guarde en la central, mas no en el equipo final (STB), ya que de esta el proveedor podrá tener control total sobre el uso ilegal de contenido. Además, permite grabar en tiempo real la transmisión de televisión, conocido como TSTV (time-shifted), retroceder un programa de Televisión en vivo (start Over), pausar y además el servicio que le permite ver programas de TV días después de ser trasmitido (Catch-Up TV). (Borja , 2017, p. 72)

Debido a esto, dicho equipo debe poseer una gran capacidad de almacenamiento, ya que debe soportar las peticiones de información de todos los usuarios finales. Por lo cual se debe considerar que el equipo admita un 25% de conexiones simultaneas con respecto al número de usuarios totales. Esto permitirá no exceder la capacidad del equipo.

Según la demanda de usuarios potenciales en obtener el servicio de VoD, proyectado a los cinco años es de 575 usuarios, entonces la capacidad del equipo deberá ser de 144 conexiones simultáneas, todo esto para evitar la compra de un nuevo equipo en los primeros cinco años de servicio. Otro punto importante a considerar, es la compatibilidad con los demás equipos que conforman la red, como son el servidor de transmisión de contenidos, middleware, CAS y el STB. (Borja , 2017, p. 73)

Dado los parámetros más importantes que debe poseer este servidor, se opta por el equipo de la marca Anevia de modelo VoD & nPVR streaming server, el cual se especifica en la siguiente tabla 19-2.

**Tabla 19-2:** Especificaciones técnicas Servidor VoD

<b>Marca</b>	<b>Anevia</b>
<b>Modelo</b>	<b>VoD&amp; nPVR streaming server</b> 
<b>Aplicaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporta tráfico tanto unicast y multicast.</li> <li>• VOD, nPVR, Time-shifting, Start Over, Pause TV, Catch-Up TV.</li> </ul>
<b>Formatos que soporta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Codificación MPEG-2, MPEG-4 (H264), MP3, AAC, AC3.</li> <li>• Encapsulación de Video y audio MPEG, CBR y VBR.</li> <li>• Resolución SD y HD</li> </ul>
<b>Espacio utilizado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un rack-1RU</li> </ul>
<b>Capacidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenamiento de 25TB, permite 2000 conexiones simultáneas para más de 10000 usuarios.</li> </ul>
<b>Hardware</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensión: 44x437x503 mm</li> <li>• Peso: 14kg</li> <li>• Voltaje: 100v-240 AC</li> <li>• Temperatura de operación: 0 a 50 grados centígrados.</li> </ul>
<b>Administración y monitorización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avanzada interfaz web</li> <li>• SSH</li> <li>• Monitorización y gestión SOAP API</li> <li>• Monitorización y alertas SNMP</li> </ul>
<b>Compatibilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cabecera: Elemental, Harmonic, Arris, Atime.</li> <li>• Middleware: Beenius, Zappware, Digisoft.tv, Arris.</li> <li>• STB: Amino, Entone, Netgem, Airties.</li> <li>• Cas: Secure Media, Conax, Irdeto, Verimatrix.</li> </ul>

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

Fuente: <http://www.on-streams.com/datasheets/TOUCAN.pdf>

### 2.4.1.3 Middleware

El middleware es de carácter software y una parte importante del sistema que administra las conexiones y permite conectarse con todos los STB a través de un software tanto para el operador que gestione, como para el usuario que realice las peticiones. Se recomienda un paquete que contengan los dos programas para un mejor desempeño, además que admita una interfaz gráfica con el cliente. Se destaca por ser un sistema que maneja una arquitectura cliente-servidor, el servidor Middleware y el cliente STB. (Borja , 2017, p. 75)


Este sistema de middleware debe poseer las siguientes funciones y características, como se muestran a continuación.

- Administración y gestión de los canales y aplicaciones.
- Permita la automatización y supervisión del servicio.
- Administración de las cuentas de los STBs.

En lo que se refiere al software del cliente, este debe contar con una interfaz de fácil comprensión para que puedan interactuar el dispositivo con el usuario, también debe poder comunicarse el dispositivo con la cabecera, además de contener las aplicativos para las transmisiones en tiempo real y las que oferta el servidor de VOD.

El equipo que cumple con estas características es de la marca Netup de modelo NetUP IPTV Middleware. A continuación, el cual se especifica en la siguiente tabla 20-2.

**Tabla 20-2:** Especificaciones técnicas Middleware

<b>Marca</b>	<b>Netup</b>
<b>Modelo</b>	<b>NetUP IPTV Middleware</b> 
<b>Aplicaciones que soporta</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Administración y gestión (contraseña financiera, bloqueo de pantalla).</li><li>• Navegación web.</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Canales de televisión en vivo</li> <li>• Guía electrónica de programa (EPG).</li> <li>• Video por demanda (VoD).</li> <li>• TV por demanda, funciones de TV como, nPVR, Start Over, Pause TV y Catch-Up TV.</li> <li>• Información financiera y de facturación.</li> <li>• Guía de Aplicaciones</li> <li>• Monetización del Contenido</li> </ul>
<b>Compatibilidad</b>	<p><b>Equipos de Cabecera:</b> Anevia, Huawei, Amino, Harmonic, Ericsson, Broadpeak.</p> <p><b>Equipos STB</b> Amino, Telergy, D-Link, Teletec, Intercross</p>

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

**Fuente:** <http://www.netup.es/vod-nvod-server.php>

#### 2.4.1.4 CAS (sistema de acceso condicional)


Es un software que provee protección al operador y al suscriptor contra la piratería de contenidos y violación de servicios a través de un control de acceso sobre los servidores. Al tratarse de un servicio bidireccional, se elige el sistema CAS, que se basa en las características de micro controlador System-on-a-Chip (SoC), que fue diseñado principalmente para IPTV, el cual debe incluir un sistema DRM (gestión de derechos digitales), el mismo que utiliza un algoritmo robusto de encriptación como lo es AES-128, dando como resultado una avanzada criptografía. El sistema de CAS, debe tener la capacidad de prestar los siguientes beneficios a la red, como son: (Borja , 2017, p. 80)

- Debe ser integrable con el middleware, STBs, y servidores de facturación.
- Permita dar soporte al cifrado en tiempo real, distribución de claves, autenticación, control de clientes.
- Paquete ViewRight para STB, implementa funciones de seguridad cardless, el mismo ofrece la mejor seguridad de contenido para redes bidireccionales mediante las características de seguridad, del moderno micro controladores System-on-a-Chip (SoC).
- Permita rastrear el contenido hacia el último usuario autorizado, esto a través de la marca de agua insertada en la información de video.
- Encriptación de los flujos IP multicast en tiempo real.



Considerando estas características más importantes, se opta por el software de la marca Teleserv con el modelo IP CAS / DRM Netup, el cual se especifica en la siguiente tabla 21-2.

**Tabla 21-2:** Especificaciones técnicas CAS

<b>Marca</b>	<b>Teleserv</b> 
<b>Modelo</b>	<b>IP CAS / DRM Netup</b>
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mantiene una cuenta personal, un certificado, una clave privada y un código de activación única para cada cliente</li> <li>• no utiliza tarjetas inteligentes</li> <li>• sistema confiable y bien protegido contra amenazas a la seguridad</li> <li>• utiliza AES (Advanced Encryption Standard) como el algoritmo para cifrado de clave simétrica.</li> <li>• Marca de agua.</li> <li>• encripta los flujos IP multicast en tiempo real por medio de DVB CSA.</li> <li>• ViewRight STB para IPTV. Cardless con System-on-a-Chip</li> </ul>

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

**Fuente:** <http://www.netup.es/cas-drm.php>

#### 2.4.1.5 CMTS

Este equipo debe soportar el estándar de comunicación DOCSIS 3.0, el cual se utiliza sobre la red del proyecto. El CMTS debe manejar modulaciones 16 y 64 QAM para el canal de subida y 256 QAM para el enlace de bajada. Considerando estas características más importantes, se opta por el equipo de la marca CASA con el modelo C1G CMTS, el cual se especifica en la siguiente tabla 22-2. (Almeida, 2014, p. 90)

**Tabla 22-2:** Especificaciones técnicas CMTS

<b>Marca</b>	<b>CASA</b>
<b>Modelo</b>	<b>C1G CMTS</b> 

<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cable de interfaz 75 Ω, F-conector.</li> <li>• Potencia: 9W (nominal)</li> </ul> <p><b>Dowstream</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modulación: 64 ó 256 QAM</li> <li>• Ancho de banda: DOCSIS = 48 MHz</li> <li>• Seguridad: DOCSIS 3.0 (BPI +, EAE, SSD)</li> </ul> <p><b>Upstream</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modulación: QPSK y 8, 16, 32, 64, 128 QAM</li> <li>• Anchura de canal: 200 kHz, 400 kHz, 800 kHz, 1.6 MHz, 3.2 MHz, 6.4 MHz</li> </ul> <p>Tasa de transferencia: 122.88 Mbps (4 canales) / 30.72Mbps (un solo canal).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporta IPv4 e IPv6</li> <li>• soporta la encriptación AES.</li> <li>• Gestión de red mejorada</li> <li>• Capacidad de suministro y gestión de multidifusión IP.</li> <li>• GigE (RJ-45) Puerto de datos con Auto Negociación y Auto MDIX.</li> <li>• Diagnósticos en línea de fácil uso.</li> <li>• Pérdidas 50 ~ 870 MHz, 14 db</li> <li>870 ~ 1002 MHz, 10 dB</li> <li>• Nivel de entrada de señal -15 dbmv a +15dbmv</li> <li>• Nivel de salida de señal 8 a 55 dbmv (16QAM)</li> <li>• Velocidad de datos 30.72Mbps(64QAM), 43Mbps(256QAM)</li> </ul>
------------------------	--

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.


**Fuente:** [http://asia.casa-systems.com/collateral/csa/files/public/CASA\\_DataSheet\\_C1G\\_final%202-13-13.pdf](http://asia.casa-systems.com/collateral/csa/files/public/CASA_DataSheet_C1G_final%202-13-13.pdf)

#### 2.4.1.6 Switch de agregación

En la propuesta de la cabecera, es recomendable utilizar un Switch Multilayer, el cual permite la agregación de varios servicios de IPTV, son switches de tecnología ethernet prestadoras de servicios que agregan tráfico a la red además de que soportan diversos protocolos de conmutación y enrutamiento. Para la selección del mismo, no se considera la compatibilidad que pueda tener con los demás equipos de la cabecera, ya que los switch poseen una alta integración con la mayoría de equipos. (Borja , 2017, p. 88)

Se ha optado por el switch de la marca Cisco Meraki del modelo MS420-24-HW, el cual se especifica en la siguiente tabla 23-2.

**Tabla 23-2:** Especificaciones técnicas Switch de agregación

<b>Marca</b>	<b>Cisco Meraki</b>
<b>Modelo</b>	<b>MS420</b> 
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño compacto, 1RU de espacio.</li> <li>• Hasta 960 Gbps de capacidad de conmutación sin bloqueo.</li> <li>• Fuentes de alimentación intercambiables en caliente.</li> <li>• Ventiladores reemplazables en el campo e intercambiables en caliente</li> <li>• Refrigeración de adelante hacia atrás.</li> <li>• 24x 1000/10GbE SFP/SFP+</li> <li>• 10/100/1000 puerto de administración RJ-45</li> <li>• Bajo consumo de energía y profundidad de rack superficial, que permiten despliegue flexible.</li> <li>• Enrutamiento estadístico</li> <li>• DHCP helper</li> <li>• DHCP server</li> <li>• Link Aggregation Control Protocol (LACP)</li> <li>• Detección IGMP para el filtrado multidifusión</li> <li>• Etiquetado de VLAN 802.1Q con un máximo de 4095 VLAN</li> </ul>


**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

**Fuente:** <https://meraki.cisco.com/products/switches/ms420-24>

#### 2.4.1.7 UPC

Es un dispositivo que cumple la función de un regulador de voltaje impidiendo las subidas y bajadas de tensión evitando de esta manera que los equipos conectados a este, sufran averías además de que proporciona un respaldo de energía por un tiempo limitada para tener la opción de respaldar la información. Dicho esto se ha optado por el equipo que se presenta en la tabla 24-2.

**Tabla 24-2:** Especificaciones técnicas UPC

<b>Marca</b>	APC
<b>Modelo</b>	BX1300LCD 
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo: Desktop/Free-Standing UPS</li> <li>• Compatibilidad de voltaje: 120V</li> <li>• Max. Wattage: 780W</li> <li>• Tomacorrientes: 8 (2 Surge Protect., 6 Battery Back-up &amp; Surge)</li> <li>• Country/Region of Manufacture: India</li> <li>• Max. Voltage-Amps: 1300VA</li> </ul>

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

**Fuente:** <https://www.ebay.com/itm/APC-Back-UPS-Battery-Backup-1300va-780-Watts-BX1300LCD-LOT-of-TWO-units/111637017893?epid=1902025680&hash=item19fe15b525>: g: i6MAAOSw7aBVHdYo

Finalmente, se ha dimensionado el espacio físico que van a ser ocupados por los equipos de la cabecera, como se indica en la tabla 25-2.

**Tabla 25-2:** Dimensionamiento físico

Equipo	Espacio ocupado en el rack
Harmonic/ Prostream 9100	1Ru
Anevia/VoD& Npvr streaming server	1Ru
CMTS C1G de Casa Systems	1Ru
Switch de agregación	1Ru
Total	4Ru

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

Para un total de 4Ru, se opta por la utilización de un rack abierto de piso de 24Ru de la marca BEAUCOUP, como se observa en la figura 25-2.



**Figura 27-2:** Rack de piso


**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

## 2.4.2 Equipos de Red troncal (Fibra óptica)

### 2.4.2.1 Transmisor óptico

Existe una amplia gama de transmisores ópticos acorde a nuestros requerimientos mínimos, los cuales consideraremos los parámetros más importantes, como es la longitud de onda de transmisión de 1550 y la frecuencia de trabajo del equipo, se ha optado por el equipo de la marca Multicom, detallado a continuación, en la tabla 26-2.

**Tabla 26-2:** especificaciones técnicas transmisor óptico

Marca	Multicom
Modelo	MUL-1550TX-V-1-6 
Potencia óptica de salida	6dbm
Longitud de onda óptica	1550 ± 10
Tipo de conector óptico	SC/APC
Frecuencia de operación	47-862 / 1003 Mhz
Nivel de entrada de RF	72 - 88 (+12 to +28dBmV)
Perdidas de retorno	≥ 16 (47 - 550MHz); ≥ 14 (550 - 1003MHz)
Impedancia de entrada RF	75Ohmios


**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

**Fuente:** [https://www.multicominc.com/wp-content/uploads/MUL-1550TX-V-1-6-Flyer\\_Specs-1.pdf](https://www.multicominc.com/wp-content/uploads/MUL-1550TX-V-1-6-Flyer_Specs-1.pdf)

### 2.4.2.2 Fibra óptica monomodo

Se ha optado por la fibra monomodo, debido a la distancia larga de la troncal de 7km, el cual debe poseer una alta resistencia a la tracción y flexibilidad, proporcionando una excelente transmisión óptica y rendimiento físico. Se ha optado por la marca Multicom, detallado a continuación en la tabla 27-2.

**Tabla 27-2:** especificaciones técnicas Fibra Monomodo

Marca	Multicom
Modelo	MADSS024SM 

Tipo	ADSS 24 hilos
Atenuación 1310 nm	<= 0.36 dB/km
Atenuación 1550 nm	<=0.22 dB/km
Diámetro del revestimiento	125±1 um
Error de concentricidad del núcleo / revestido	<=0.6um
Prueba de tensión	<=0.69Gpa

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.


Fuente: <https://www.multicominc.com/wp-content/uploads/Multicom-ADSS-Specs-2015a.pdf>

### 2.4.3 Equipos de Red Coaxial

#### 2.4.3.1 Cable coaxial RG.500 (Red troncal)

El cable, Rg.500 al formar parte de la red troncal, debe cumplir con los principales parámetros que lo hacen un cable de mejor calidad, por lo que, presenta una menor impedancia o resistencia al paso de la energía eléctrica, ya que el calibre del cable es más grueso y tiene mejor apantallamiento. Se ha optado por la marca Transline CATV, detallado a continuación en la tabla 28-2.

**Tabla 28-2:** Especificaciones técnicas cable Rg.500

<b>Marca</b>	Transline CATV	
<b>Modelo</b>	M500-JCAM109	
		
<b>Conductor central</b>	Alambre de aluminio cobre 2.7mm de diámetro	
<b>Dieléctrico</b>	Poliétileno espumado 11.43 mm de diámetro	
<b>Blindaje</b>	Tubo liso de Aluminio sin costura de 12.70 mm de diámetro y 0.60 mm de espesor	
<b>Cubierta exterior</b>	Poliétileno negro 14.30mm de diámetro	
<b>Impedancia</b>	75 ohm	
<b>Velocidad de propagación %</b>	87	
<b>Capacidad nominal pF/m</b>	50pF/m	
<b>Atenuación</b>	<b>Frecuencia en MHz</b>	<b>dB cada 100m</b>
	5	0.52
	55	1.17
	600	6.27
	750	7.09

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.


Fuente: <http://www.indeca.com.ar/productos/coaxiales-de-75-ohms-tubo-de-aluminio-liso/27-Coaxial-.500-sin-costura>

### 2.4.3.2 Cable coaxial RG-11 (Red de distribución)

En la red de distribución coaxial se debe utilizar un cable que tenga una atenuación media y una conductibilidad relativamente alta, para transportar energía eléctrica a altas frecuencias a unos pocos cientos de metros(0-300m), ya que estos tramos tienen como fin conectar multitaps para las acometidas de los usuarios.

Revisando las características, se determina que el cable ideal que cumple con los parámetros necesarios para nuestro fin es el cable coaxial RG-11 de la marca “Transline CATV cables”, detallado a continuación en la tabla 29-2.

**Tabla 29-2:** Especificaciones técnicas cable Rg.11

<b>Marca</b>	<b>Transline CATV</b>	
<b>Modelo</b>	<b>Cable coaxial RG11 con mensajero 1523A Belden Metros</b>	
		
<b>Conductor central</b>	Alambre de acero cobre 1.63mm de diámetro	
<b>Dieléctrico</b>	Polietileno espumado 7.11 mm d diámetro	
<b>Blindaje</b>	Lamina de aluminio adherida al dieléctrico + malla de aluminio al 60% + lamina de aluminio.	
<b>Cubierta exterior</b>	policloruro de vinilo negro 10.08mm de diámetro	
<b>Impedancia</b>	75 ohm	
<b>Velocidad de propagación %</b>	85	
<b>Capacidad nominal pF/m</b>	50pF/m	
<b>Atenuación</b>	<b>Frecuencia en MHz</b>	<b>dB cada 100m</b>
	55	3.15
	187	5.75
	550	10.00
	750	12.00

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.


**Fuente:** <http://www.indeca.com.ar/productos/coaxiales-de-75-ohms-tubo-de-aluminio-liso/26-RG-11-Tri-Shield>

### 2.4.3.3 Cable coaxial RG-6 (Red de Acceso)

En la red de acceso coaxial se necesita un cable conductor que presente una atenuación media – alta, y una conductibilidad buena ya que este tramo de la red va desde los 0 a 50 metros de distancia, conectando el multitap con el cable modem que da al usuario el acceso a la red.

Observando las características que se necesitan para este fin se determinó que la mejor opción es el cable coaxial RG-6 de la marca Transline CATV cables ya que es el más utilizado en la red CATV, detallado a continuación en la tabla 30-2.

**Tabla 30-2:** Especificaciones técnicas cable Rg.6

<b>Marca</b>	<b>Transline CATV</b>	
<b>Modelo</b>	<b>F660TMBC Cable RG6 al 60% con mensajero</b>	
		
<b>Conductor central</b>	Alambre único de cobre rojo de 0.75mm de diámetro	
<b>Dieléctrico</b>	Polietileno de baja densidad compacto de 4,65mm de diámetro $\pm 0,2$ mm	
<b>Blindaje</b>	Malla trenzada de alambres de cobre rojo de 0.15 mm y de 8 alambres por dieciséis husos cobertura 92%	
<b>Cubierta exterior</b>	policloruro de vinilo flexible de 7 mm de diámetro $\pm 0,2$ mm color negro, apta intemperie.	
<b>Impedancia</b>	75 ohm	
<b>Velocidad de propagación %</b>	66	
<b>Capacidad nominal pF/m</b>	67pF/m	
<b>Atenuación</b>	<b>Frecuencia en MHz</b>	<b>dB cada 100m</b>
	55	3.15
	187	5.75
	550	10.00
	750	12.00

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.


**Fuente:** <http://www.indeca.com.ar/productos/coaxiales-de-75-ohms-tubo-de-aluminio-liso/24-RG-6-Tri-Shield>

#### 2.4.3.4 Divisores troncales

Observando las necesidades que se tiene para la red HFC se determinó, que la marca Best Com ofrece la mejor opción en divisores troncales ya que ofrece una pérdida menor a la salida en cada dispositivo. Se determinó por la marca de Bestcom, detallado a continuación en las tablas 31-2, 32-2 y 33-2.




**Tabla 31-2:** Especificaciones técnicas divisor troncal de dos vías

Marca	Bestcom		
Modelo	BC-ST2W-1G 		
Frecuencia	Perdidas generales max (Db)		
	ISERTION LOSS	ISOLATION	RETURN LOSS
5-50	3.8	26	19
50-100	3.9	30	20
450-600	4.2	26	18
600-750	4.6	27	18

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

**Fuente:** <http://www.cablepartsnet.com.ar/uploads/docs/Passives-GHDC-LS-P.pdf>


**Tabla 32-2:** Especificaciones técnicas divisor troncal de tres vías balanceadas

Marca	Bestcom		
Modelo	BC-ST3W-1G 		
Frecuencia	Perdidas generales max (Db)		
	ISERTION LOSS	ISOLATION	RETURN LOSS
5-50	5.6	25	20
50-100	5.6	30	20
450-600	6.5	26	18
600-750	6.6	25	18

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

**Fuente:** <http://www.cablepartsnet.com.ar/uploads/docs/Passives-GHDC-LS-P.pdf>

**Tabla 33-2:** Especificaciones técnicas divisor troncal de tres vías no-balanceadas

Marca	Bestcom		
Modelo	BC-ST3WD-1G 		
Frecuencia	Perdidas generales max (Db)		
	ISERTION LOSS	ISOLATION	RETURN LOSS
5-50	3.6-7	25	17
50-100	3.9-7.1	30	20
450-600	4.3-7.5	26	16
600-750	4.5-7.5	25	16


**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

**Fuente:** <http://www.cablepartsnet.com.ar/uploads/docs/Passives-GHDC-LS-P.pdf>

### 2.4.3.5 Amplificador extensor de línea

Se seleccionó el extensor de línea de la marca NCM-SUPPLIES, ya que cumple con los parámetros necesarios para un correcto funcionamiento de la red, además de tener un largo tiempo en el mercado presentando un óptimo rendimiento, detallado a continuación en la tabla 34-2.

**Tabla 34-2:** Especificaciones técnicas amplificador extensor de línea

Marca	NCM-SUPPLIES		
Modelo	NCM-LE-1000 		
Parámetros	Unidades	Reenvío	Regreso RA-KIT-40H
Banda de paso	MHz	54-1000	5-42
Planitud	dB	±1	±0.75
Rango de control manual de inclinación de Bode	dB	±4	NA
Completa/Ganancia operacional	dB	41/37	24
Pendiente de ecualizador interestatal	dB	9±1	NA
Figura Ruido	dB	8	6
Impedancia	Ω	75	75
Perdidas de retorno(minimo)	dB	16	15
Punto de prueba (±1 dB)	dB	20±1	20±1
Distorsión CTB/CM/CSO	dBc	72/70/71	80/70/80
Nivel de salida de referencia	dBmV	36(54MHz) 42(550MHz) 44(1000MHz)	35(5MHz) 35(37.5MHz) 35(42MHz)
Retardo de Grupo	nSec	37(55.25-58.83MHz) 14(61.25-64.83MHz) 8(67.25-70.83MHz) 6(77.25-80.83MHz)	60(5.0-6.5MHz) 11(8.0-9.5MHz) 14(37.5-39.0MHz) 35(40.5-42.0MHz)
Modulación Hum @15A	dBc	65(54-870MHz) 60(870-1000MHz)	55(5.0-10.0MHz) 65(11.0-42MHz)
Modulación Hum @10A	dBc	70(54-870MHz) 60(870-1000MHz)	60(5.0-10.0MHz) 70(11.0-42MHz)

Corriente AC @60VAC/90VAC	A	0.60/0.45	0.65/0.55
El consumo de energía	W	22	23
Rizo de DC	mV	20pp	
Corriente DC	mA	900	950
Voltaje DC	V	24±0.3	
Max AC a través de la corriente (continua)	A	15	
Dimensiones del equipo	Cm	29.8L x 20.6W x 14.6H	
Dimensiones del paquete	Cm	39.1cmx13.97cmx24.3cm	
Peso	Equipo con fuente	Kg	4.5
	modulo		1.5
Temperatura de funcionamiento ambiente	°C	-40°C a 60°C	

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

**Fuente:** [http://cableservicios.com/plantillas/arch\\_vitrina/LE-1000-Amplificador-NCM-\(1\).pdf](http://cableservicios.com/plantillas/arch_vitrina/LE-1000-Amplificador-NCM-(1).pdf)

#### 2.4.3.6 Minibridge

En la red de distribución se optó por utilizar el Minibridge Motorola Mb87, ya que presenta una alta ganancia con una inserción de ruido bajo, además de trabajar en el margen de frecuencias deseado y de tener únicamente dos salidas, ya que en nuestro diseño se planteó de esta manera la distribución. En la tabla 35-2, se detalla sus características.

**Tabla 35-2:** Especificaciones técnicas minibridge


Marca	Motorola		
Modelo	Mb87		
Parámetros	Unidades	Reenvío	Regreso RA-KIT-40H
Banda de paso	MHz	52-870	5-40
Planitud	dB	±0.70	±0.50
Ganancia total mínima	dB	45	NA
Ganancia operacional	dB	40	20
Rango de control manual de inclinación de Bode	dB	±5	NA
Pendiente de ecualizador interestatal	dB	12±1	NA

Figura Ruido 40/52 / 870MHz	dB	NA/12/10	9/NA/NA
Frecuencia de referencia	MHz	870/550/52	40
Nivel de salida	dBmV	43/44/37	41 PLANO
Carga de canal	NTSC	79	4
Carga de datos comprimidos	MHz	320	NA
Distorsión (max) CTB	dBc	75	NA
XM	dB	65	69
CSO	dBc	71	NA
CCN (-6)	dBc	54	NA
STB	dBc	NA	78
SSO	dBc	NA	76
Punto de prueba (todos)	dB	20±1.0	
Perdidas de retorno	dB	15	
Modulación Hum	dBc	65	
Voltaje DC	VDC	+24±0.25	
Corriente DC	mA	1475	1610
Rizo de DC	mV	15 p-p	
El consumo de energía	W	44.0	48
Rango de voltaje de entrada de CA	VAC	38-90	
Dibujo de corriente CA @90 VAC	A	0.51	0.55
@75 VAC	A	0.62	0.68
@60 VAC	A	0.74	0.81
@53 VAC	A	0.85	0.92
@45 VAC	A	0.95	1.08
@38 VAC	A	1.2	1.31
Corriente de derivación de CA Todos los Puertos	A	15	
Retardo grupal (max) 55.25 a 58.83 MHz	nSec	30	NA
5.0 a 6.5 MHz	nSec	NA	45
10.0 a 11.5 MHz	nSec	NA	10
33.5 a 35.0 MHz	nSec	NA	12
38.5 a 40.0 MHz	nSec	NA	35
Dimensiones		39.1cmx13.97cmx24.3cm	
Peso		6.8 kg	
Temperatura de funcionamiento ambiente		-40°C a 60°C	

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

**Fuente:** [http://cableservicios.com/plantillas/arch\\_vitrina/MB87-870-MHz-Amplificador-Motorola.pdf](http://cableservicios.com/plantillas/arch_vitrina/MB87-870-MHz-Amplificador-Motorola.pdf)

### 2.4.3.7 Nodo Óptico

El nodo óptico SG2000 es el más utilizado en redes CATV, ya que presenta un alto rendimiento y una elevada ganancia a la salida, además de una inserción de ruido relativamente bajo que está dentro de los parámetros necesarios en el diseño de nuestra red HFC, también por su tamaño compacto, dichas características detallado a continuación en la tabla 36-2.

**Tabla 36-2:** Especificaciones técnicas Nodo óptico

Marca	Motorola
Modelo	SG2000 
Longitud de onda óptica.	1310 ± 20 nm a 1550 ± 30 nm
Rango de potencia de entrada óptica.	-3.0 a + 2.0 dBm continuo
Tipo de conector óptico.	SC/APC o FC/APC
Perdida de retorno de entrada óptica	40 dB min.
Rendimiento de la estación	
Nivel de salida	+53 dBmV @ 870 MHz con potencia de entrada óptica de -3dBm
Modulación	Hum -60 dBc, 5 - 870 MHz @ 15A
Corriente de derivación de CA	15 <sup>a</sup> Medido con 79 canales NTSC a 44 dBmV @ 547.25 MHz con carga digital de 320MHz 6dB debajo del enlace analógico, 20 km de enlace óptico, 0 dBm óptico potencia de entrada, 4% OMI, transmisor GX2.
Compuesto Triple Beat (CTB)	-63 dBc
Segundo pedido compuesto (CSO)	-61 dBc
Portador a ruido compuesto (CCN)	52 dBc
RF	
Ancho de banda operacional.	Fmin - 870 MHz
Planitud	± 0,75 dB F mín. a F max.
Pendiente de salida	12.5 dB estándar
Estabilidad de nivel	± 1.0 dB sobre el rango de temperatura de funcionamiento
Puntos de prueba de salida RF	-20 +/- 0.5 dB
Impedancia de salida RF	75 Ohm

Pérdida de retorno de salida de RF	16 dB mín
Mecánico / Ambiental	
Dimensiones	21.6 "L x 10.6" W x 11.0 "D (54.86 cm x 26.92 cm x 27.94 cm)
Peso	42.0 lbs. (19 kgs.) Completamente cargado
Montaje	antena o pedestal
Tipos de conectores de RF	Compatible con SCTE 5/8 "carcasa, acepta 1.6" agujón
Rango de temperatura de funcionamiento	-40 ° C a + 65 ° C (-40 ° F a + 149 ° F)


**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

**Fuente:** <http://www.goamt.com/wp-content/uploads/2015/08/SG2000.pdf>

#### 2.4.3.8 Taps

La mejor opción en taps se la encontró en la marca Holland Electronic's, que tienen una amplia variedad de atenuaciones en las salidas derivadas y una pérdida de inserción baja, características que las hacen ideales para nuestro diseño, detallado a continuación en la tabla 37-2.

**Tabla 37-2:** Especificaciones técnicas Taps

Marca		Holland			
		GHT2-4-8 			
Frecuencia 650Mhz					
TAP X2		TAP X4		TAP X8	
Atenuación	Perdidas por inserción	Atenuación	Perdidas por inserción	Atenuación	Perdidas por inserción
8	3.533	11	3.600	14	3.400
11	1.800	14	1.800	17	1.800
14	1.067	17	1.467	20	1.333
17	1.000	20	1.133	23	1.000
20	0.867	23	0.800	26	0.867
23	0.867	26	0.800	29	0.867
26	0.867	29	0.867	32	0.867
		32	0.867		



**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

**Fuente:** [http://cableservicios.com/plantillas/arch\\_vitrina/GHT--Multi-Taps-Holland-Electronics.pdf](http://cableservicios.com/plantillas/arch_vitrina/GHT--Multi-Taps-Holland-Electronics.pdf)

#### 2.4.3.9 Acoplador Direccional

Una vez más encontramos en la marca Holland Electronic's la mejor opción en acopladores direcciones, ya que tenemos varias atenuaciones en la salida derivada, y una baja pérdida de inserción en la salida principal, lo que lo convierte en un dispositivo idóneo en nuestro diseño, detallado a continuación en la tabla 38-2.

**Tabla 38-2:** Especificaciones técnicas acoplador direccional

<b>Marca</b>	Holland electronics	
<b>Modelo</b>	GHDC- 8 	GHDC- 16 
<b>Frecuencia</b>	600MHZ	
<b>Perdida-salida principal (db)</b>	2.1	1.2
<b>Perdida-salida derivada (db)</b>	9	17


Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

Fuente: [http://cableservicios.com/plantillas/arch\\_vitrina/GHDC-GHL-GHP-directional-coupler-splitters.power-insert.pdf](http://cableservicios.com/plantillas/arch_vitrina/GHDC-GHL-GHP-directional-coupler-splitters.power-insert.pdf)

#### 2.4.3.10 Atenuador

La marca FAM, tiene distintos valores de atenuaciones con una baja pérdida de retorno lo que lo hace bueno para nuestro diseño, además de que se puede usar un arreglo de atenuadores para formar otra denominación, el cual se detalla a continuación en la tabla 39-2.

**Tabla 39-2:** Especificaciones técnicas atenuador

<b>Marca</b>	FAM
<b>Modelo</b>	FAM-* 
<b>Tipo de conector</b>	F
<b>Frecuencia</b>	5MHZ-3GHZ
<b>Atenuación (db)</b>	3-6-8-10

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.


Fuente: [http://www.cableservicios.com/plantillas/arch\\_vitrina/FAM-GLT-PPLT-SS-atenuadores-loking-terminales-Holland.pdf](http://www.cableservicios.com/plantillas/arch_vitrina/FAM-GLT-PPLT-SS-atenuadores-loking-terminales-Holland.pdf)

## 2.4.4 Equipos de la red de Acceso

### 2.4.4.1 Cable Modem (CM)

Se ha optado por el equipo de la marca Arris Touchstone, ya que soporta el parámetro más importante, que es, el estándar Docsis 3.0, detallado a continuación en la tabla 40-2

**Tabla 40-2:** Especificaciones técnicas cable modem

<b>Marca</b>	Arris Touchstone
<b>Model</b>	TG862S DOCSIS 3. 
<b>DOCSIS version:</b>	3.0
<b>US / EURO:</b>	Hybrid (annex A+B)
<b>Puertos Ethernet:</b>	4
<b>Velocidad Ethernet:</b>	10/100/1000
<b>Estándar WIFI:</b>	802.11b/g/n
<b>Frecuencia WIFI:</b>	2.4GHz
<b>Protocolo VOIP:</b>	SIP + MGCP
<b>VOIP / Puertos PHONE:</b>	2
<b>Umbral de Recepción</b>	-10dBm a +10 dBm

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

**Fuente:** <https://shop.optiwella.com/modem/arris-touchstone-tg862s-docsis-30-residential-gateway>


### 2.4.4.2 Set to Box

Este dispositivo debe tener la capacidad de soportar los diferentes tipos de compresión de audio y video, como son, Mpeg-2 y Mpeg-4 en SD y HD. Además de esto, debe ser capaz de soportar el tráfico, tanto unicast, para lo que es el servicio de VoD, y multicast para televisión en vivo.

Se debe considerar la compatibilidad con todas las aplicaciones del middleware, adicional a esto debe poseer la funcionalidad de PLTV (Pause Live TV), que permite pausar la televisión en vivo. Se selecciona el equipo de la marca Telergy, el cual es un decodificador de vanguardia para IPTV a un precio razonable, además permite gráficos mejorados, contenido variado en funciones y gran velocidad de visualización. A continuación, en la tabla 41-2, se detalla el equipo con sus características. (Borja , 2017, p. 91)



**Tabla 41-2:** Especificaciones técnicas STB

<b>Marca</b>	<b>Telergy</b>
<b>Modelo</b>	<b>T502 STB de IPTV</b> 
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T-flash</b> interfaz de flash para mejorar la experiencia del usuario</li> <li>• <b>Telergy JS API</b> Flexible y mejorada JS Extensión API</li> <li>• <b>Red</b> DHCP e IP estática</li> <li>• <b>Actualización</b> Remoto y actualización local de firmware a través de la red o dispositivos USB</li> <li>• <b>Aplicaciones</b> Soporta Live TV, nPVR, PLTV, VOD, Time-shifting, Start Over, Catch-Up TV</li> <li>• <b>Seguridad</b> Soporte para todos los software líder, analógica y digital.</li> <li>• <b>Modos de visualización</b> Pal, NTSC, 720 p, 1080i</li> <li>• <b>Panel frontal</b> Receptor IR, potencia y LED de actividad de USB 2.0</li> <li>• <b>Panel trasero</b></li> <li>• <b>Entradas</b> RJ45, USB2.0</li> <li>• <b>Salidas</b> HDMI, SCART, SPDIF, RJ45, USB2.0</li> <li>• <b>Dimensiones</b> 240x190x45mm</li> <li>• <b>Vídeo</b> MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4.2 ASP, MPEG 4.10.</li> <li>• <b>Audio</b> MPEG-1</li> <li>• <b>Transporte</b> MPEG-TS</li> </ul>

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

**Fuente:** <https://spanish.alibaba.com/product-detail/telergy-t502-iptv-stb-set-top-box-138452371.html>

## CAPITULO III

### 3 MARCO DE RESULTADOS Y ANALISIS

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos a lo largo de la investigación realizada en este proyecto. En el cual se detalla lo adquirido como resultados en los ítems del capítulo II, se presenta el cálculo del presupuesto óptico del enlace troncal de la red HFC, seguido del balance de potencias de la red de distribución coaxial, parámetros que son muy importantes para un correcto funcionamiento de la red y garantizar un servicio de calidad a los usuarios. Considerando el enlace con distancia máxima y mínima, posteriormente se da a conocer el volumen de obra de la cabecera IPTV, red troncal, red de distribución, y red de acceso, detallando la cantidad de los equipos, elementos y mano de obra necesarios para estimar la red HFC.

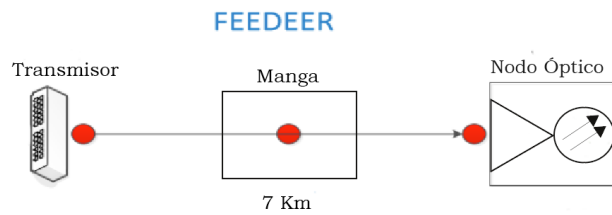
Además, se define el análisis financiero o económico del proyecto, obteniendo el tiempo en el cual la empresa RIOTELECOM-NETWORKS recuperará la inversión realizada. El capítulo finaliza con la presentación del esquema completo de la red HFC.

#### 3.1 Presupuestos de la red HFC

En general cada elemento que conforma la red HFC, por las propiedades intrínsecas de los materiales que están compuestos causa una pérdida o atenuación de la señal por lo tanto tenemos que tomar en cuenta el valor de estas para saber con qué nivel de potencia se llega al elemento terminal y si es el suficiente para un correcto desempeño.

##### 3.1.1 *Presupuesto óptico*

Esto hace referencia a una red donde se transmite pulsos de luz de un transmisor hacia un receptor y viceversa como se observa en la Figura 1-3, este proceso se realiza el cálculo saber qué nivel de potencia tiene la señal óptica al momento de alcanzar el receptor óptico, para lo cual se tiene en cuenta todos los elementos que intervienen en este sistema, como son: fibra óptica, conectores, fusiones y atenuadores. A continuación, en la figura 1-3 y tabla 1-3 se muestra el presupuesto óptico del presente proyecto.



**Figura1-3:** Modelo red troncal

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

**Tabla 1-3:** Perdidas por los elementos de red troncal FEEDER

Plantilla presupuesto Óptico			
Elementos fibra óptica	Cantidad	Perdida de elemento Típica (dB)	Pérdida total (dB)
Conectores	2	0.5	1
Fusiones	3	0.10	0.30
Fibra-Longitud de onda 1550nm	7	0.25	1.75
Atenuador	1	2	2
Total perdidas			5.05

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

Fuente: Norma técnica de diseño CNT

Presupuesto óptico:

Potencia total (PwT) = potencia de transmisor (PTx) – total perdidas (LT)

PwT= 6dBm - 5.05dB

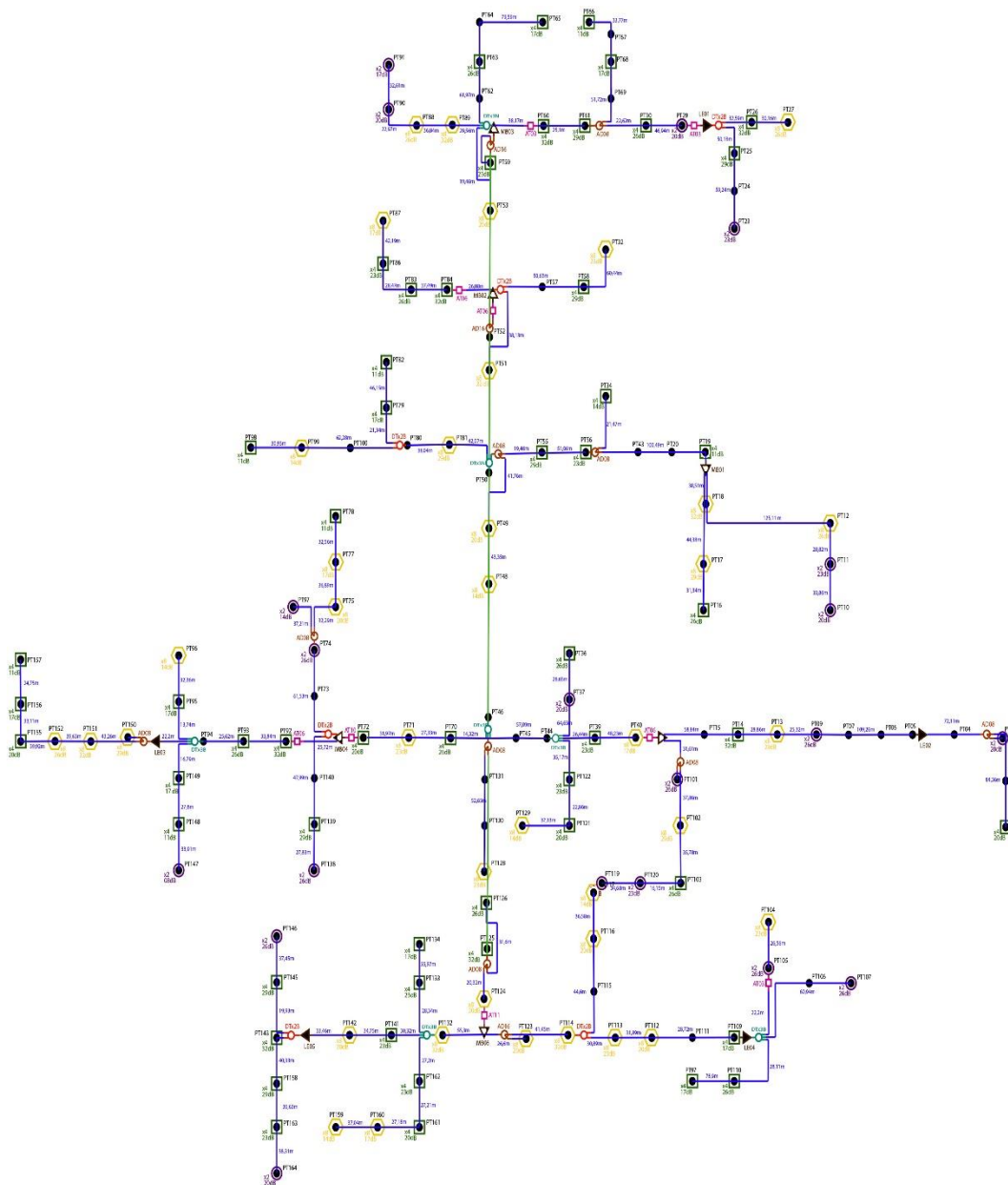
PwT=0.95dBm

Como se mencionó en el capítulo dos dentro de las especificaciones del nodo óptico SG2000 se observó que el rango de potencia para la entrada de señal es de -3dBm a +2dBm y con el resultado obtenido del presupuesto óptico se puede ver claramente que está dentro de los parámetros correctos para un óptimo desempeño del equipo.

### 3.1.2 Balance de potencia coaxial

La parte coaxial de una red HFC, como se muestra en la figura 1-3, transmite netamente señales de tipo eléctrica en radio frecuencia por lo tanto es un poco más sensible antes las perdidas por los elementos pasivos que la conforman como son Divisores troncales, Acopladores

direccionales, Atenuadores, Taps. Para estos elementos consideraremos las perdidas por inserción que son el tipo de perdida más común y que más se encuentran presentes en las redes de CATV



**Figura1-3: Modelo red troncal**

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

### 3.1.2.1 Red troncal coaxial

Esta es la parte principal de la red coaxial y es la encargada de llevar la señal a los puntos de distribución. En la tabla 2-3 se demuestra los diferentes niveles de potencia que tiene cada tramo, siendo este el punto de partida para la red de distribución coaxial.

**Tabla 2-3:** Perdidas por los elementos de red troncal coaxial

Balance de potencias red troncal coaxial	
Ubicación	Nivel de señal en dBm
NORTE	
Nodo óptico – Poste 50	46,260
Poste 50 – Poste 52	36,423
Poste 52 – Poste 59	29,926
SUR	
Nodo óptico - Poste 46	48,220
Poste 46 – Poste 125	36,668

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

**Fuente:** Norma técnica de diseño CNT

### 3.1.2.2 Red distribución coaxial

Esta sección de la red es la encargada de transportar la señal hasta los taps con la suficiente señal para que sea derivada ya que es donde empieza la red de acceso. En la tabla 3-3 se muestra el balance de potencia que tiene cada tramo de esta sección.

**Tabla 3-3:** Perdidas por los elementos de red de distribución coaxial

Balance de potencias red de distribución coaxial	
Ubicación	Nivel de señal en dBm
RAMA 1	
Poste 50 – Poste 80	29,482
Poste 80 – Poste 82	16,328
Poste 80 – Poste 98	11,694
RAMA 2	
Poste 50 – Poste 48	19,490
Poste 50 – Poste 56	28,388
Poste 56 – Poste 34	16,334
Poste 56 – Poste 19	14,937
Poste 19	11,337 = MB IN
Poste 19 – Poste 16	30,273
Poste 19 – Poste 10	22,549
RAMA 3	
Poste 52 – PT 87	21,439
RAMA 4	
Poste 52 – Poste 51	35,396
Poste 52 – Poste 32	26,871
RAMA 5	

Poste 59 – Poste 53	31,961
Poste 59 – Poste 91	24,091
Poste 59 – Poste 65	20,836
RAMA 6	
Poste 59 – Poste 61	33,49
Poste 61 – Poste 66	12,847
Poste 61 – Poste 29	22,420
Poste 29 – Poste 27	29,945
Poste 29 – Poste 23	25,049
RAMA 7	
Poste 46 – Poste 128	27,092
Poste 46 – Poste 72	24,024
Poste 72 – Poste 138	30,572
Poste 72 – Poste 74	32,939
Poste 74 – Poste 97	19,166
Poste 74 – Poste 78	16,157
Poste 74 – Poste 94	27,389
Poste 94 – Poste 96	14,482
Poste 94 – Poste 147	7,48
Poste 94 – Poste 157	16,596
RAMA 8	
Poste 46 – Poste 44	35,626
Poste 44 – Poste 36	18,229
Poste 44 – Poste 129	17,08
Poste 44 – Poste 40	20,386
Poste 40 – Poste 119	22,978
Poste 40 – Poste 1	23,471
RAMA 9	
Poste 125 – Poste 126	30,384
Poste 125 – Poste 132	38,193
Poste 132 – Poste 134	21,074
Poste 132 – Poste 159	14,537
Poste 132 – Poste 143	18,248 = LE05 IN
Poste 143 – Poste 146	29,641
Poste 143 – Poste 164	23,630
RAMA 10	
Poste 124 – Poste 114	35,655
Poste 114 – Poste 117	20,331
Poste 114 – Poste 109	19,954
Poste 109 – Poste 104	26,414
Poste 109 – Poste 107	29,001
Poste 109 – Poste 97	23,364

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

**Fuente:** Norma técnica de diseño CNT

### 3.1.2.3 Red de acceso coaxial

Este tramo de la red es la más importante es la que tiene conexión con la red del usuario y en la cual se observara el nivel de potencia con el cual está llegando hasta está, verificando que cumpla con la recomendación del estándar para el Cable Modem. A continuación, en la tabla 4-3, se detallan las potencias por Tap.

**Tabla 4-3:** Potencia de llegada a cada Tap ubicado en los postes

Potencia de la red de acceso	
Ubicación	Nivel de señal en dBm
RAMA 1	
PT-81	1,192
PT-79	1,847
PT-82	1,88
PT-99	1,08
PT-98	-2,352
RAMA 2	
PT49	1,347
PT48	1,492
PT-55	2,241
PT-56	2,442
PT-34	-0,393
PT-19	0,442
PT-18	1,307
PT-17	2,779
PT-16	1,957
PT-12	0,127
PT-11	1,001
PT-10	0,193
RAMA 3	
PT-84	0,379
PT-83	1,796
PT-86	0,536
PT-87	1,539
RAMA 4	
PT-51	-0,081
PT-58	2,465
PT-32	0,33
RAMA 5	
PT-59	2,231
PT-53	2,778
PT-63	0,638
PT-65	0,39
PT-89	1,415
PT-88	2,67
PT-90	1,042
PT-91	1,078
RAMA 6	
PT-60	1,985
PT-61	1,361
PT-68	1,149
PT-66	-1,019
PT-30	-1,175
PT-29	0,1
PT-25	0,307
PT-23	-0,408
PT-26	-0,2
PT-27	1,188
RAMA 7	
PT-128	-0,185
PT-70	-0,202
PT-71	2,22
PT-72	1,803
PT-74	2,607
PT-97	-0,011

PT-75	2,541
PT-77	0,994
PT-78	1,881
PT-139	1,701
PT-138	2,447
PT-92	0,705
PT-93	2,506
PT-150	-0,024
PT-151	0,338
PT-152	1,397
PT-155	-0,082
PT-156	0,663
PT-157	1,255
PT-95	-0,252
PT-96	-3,699
PT-149	-0,581
PT-148	0,744
PT-147	-4,156
RAMA 8	
PT-37	1,878
PT-36	3,255
PT-122	0,001
PT-121	-0,913
PT-129	0,071
PT-39	-0,152
PT-40	0,313
PT-101	2,568
PT-102	1,938
PT-103	0,547
PT-120	1,441
PT-119	2,205
PT-14	3,05
PT-13	1,662
PT-9	-0,202
PT-3	0,615
PT-1	-0,956
RAMA 9	
PT-125	0,64
PT-126	0,796
PT-124	1,123
PT-132	2,682
PT-133	0,392
PT-134	-0,251
PT-162	2,395
PT-161	1,328
PT-160	0,576
PT-159	-2,286
PT-141	1,384
PT-142	-0,086
PT-143	1,652
PT-145	1,854
PT-146	0,263
PT-158	0,903
PT-163	2,258
PT-164	0,454
RAMA 10	
PT-123	1,495
PT-114	0,634
PT-116	2,289
PT-117	2,34
PT-113	1,827



PT-112	0,455
PT-109	0,251
PT-107	0,814
PT-105	1,179
PT-104	0,417
PT-110	2,198
PT-97	1,187

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

**Fuente:** Norma técnica de diseño CNT

En el capítulo dos en el apartado de Set to Box se mostró las especificaciones del mismo y como referencia se tiene que este equipo admite potencias de entrada que están entre los -10dBm y +10dBm siendo 0dBm el valor de potencia optima, con los resultados obtenidos al final de la red de acceso por rama como se muestra en la tabla 4-3 se puede observar que los valores obtenidos están dentro del rango de funcionamiento, asegurando de esta manera un funcionamiento adecuado y un grado de calidad de servicio.

### 3.1.3 Volumen de Obra

En este apartado, se detalla el número de elementos que se deberá utilizar para el despliegue de la red HFC con el precio unitario y el valor total por la adquisición de los mismos incluido el costo de instalación por dispositivo que tiene un valor de 30% del valor total de cada rubro, además que se obtiene un presupuesto tentativo y aproximado del costo total que tendrá la implementación de esta red con el respectivo servicio de IPTV.

#### 3.1.3.1 Cabecera IPTV

**Tabla 5-3:** Volumen de obra por adquisición de equipamiento de la cabecera IPTV.

Equipo/software	Marca y modelo	Unidades	Costo unitario	Costo Total
Servidor de contenidos	Harmonic/ Prostream 9100	1	\$3.750	\$3.750
Servidor de VoD	Anevia/VoD& Npvr streaming server	1	\$14.477	\$14.477
Servidor middleware	Netup/NetUP IPTV Middleware	1 licencia	\$4.500	\$4.500
CMTS	CASA/CMTS C1G	1	\$5.600	\$5.600

Software CAS	Teleserv/ IP CAS / DRM Netup	1 software	\$5.525	\$5.525
Switch de agregación	Cisco Meraki/ MS420	1	\$3.595	\$3.595
Transmisor óptico	Multicom/MUL- 1550TX-V-1-6	1	\$1600	\$1600
Rack abierto de piso	BEAUCOUP	1	\$90	\$90
UPC	APC/X1300LCD	1	\$200	\$200
Total				\$39337

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

### 3.1.3.2 Red Troncal (FEEDER)

**Tabla 6-3:** Volumen de obra de la red Troncal.

Ítem	Materiales y accesorios	Unidad	Cantidad	P/U	P/T
1	Suministro y tendido de cable aéreo adss de fibra óptica monomodo de 24 hilos G.652.d vano 120 metros. Multicom/ MADSS024SM	M	7000	2,79	19530
2	Suministro y colocación de manga aérea para fusión de 24 FO, tipo domo (apertura y cierre). Optronics Tech/MV002-24	U	1	266,19	266,19
3	Suministro e instalación de herrajes de retención para fibra adss 1 extensión - 2 extensiones (vano 120m)	U	48	15,53	745,44
4	Suministro e instalación de herraje tipo b (cónico) para cable de fibra óptica adss	U	67	16,05	1075,35
5	Preformado helicoidal para vano de 120m para fibra adss 12,00-12,80mm	U	230	12,50	2875
6	Preparación de punta de cable de fibra óptica y sujeción de cables de 6 - 96 hilos	U	28	7,48	209,44
7	Fusión de 1 hilo de fibra óptica	U	24	11,09	266,16
8	Fusión de hilo de fibra óptica con pigtail	U	4	17,57	70,28
9	Sangrado de cable fibra óptica adss de 6 - 48	U	1	9,79	9,79
10	Suministro y colocación de subida a poste para fibra óptica con tubo EMT de 3 m de 2"	U	1	56,68	56,68
	Total				25104,33

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

### 3.1.3.3 Red de Distribución

**Tabla 7-3:** Volumen de obra de la red de distribución.

Ítem	Materiales y accesorios	Unidad	Cantidad	P/U	P/T
1	Suministro y tendido de Cable Rg.500. Transline CATV/M500-JCAM109	M	554	1,80	997,2
2	Suministro y tendido de Cable Rg.11. Transline CATV/ 1523A Belden Metros	M	4953	0,60	2971,8
3	Suministro e instalación de Divisor troncal de dos vías. Bestcom/ BC-ST2W-1G	U	7	29,26	204,82
4	Suministro e instalación de Divisor troncal de tres vías balanceadas. Bestcom/ BC-ST3W-1G	U	7	32,5	227,5
5	Suministro e instalación de Divisor troncal de tres vías no balanceadas. Bestcom/ BC-ST3WD-1G	U	3	32,5	97,5
6	Suministro e instalación de Amplificador extensor de línea. NCM-SUPPLIES/ NCM-LE-1000	U	5	162,5	812,5
7	Suministro e instalación de Minibrige. Motorola / Mb87	U	6	260	1560
8	Suministro e instalación de Nodo óptico. Motorola/ SG2000	U	1	1118	1118
9	Suministro e instalación de atenuadores de 3db de pérdida. Holland/ FAM-*/3	U	2	6,5	13
10	Suministro e instalación de atenuadores de 6db de pérdida. Holland/ FAM-*/6	U	2	6,5	13
11	Suministro e instalación de atenuadores de 8db de pérdida. Holland/ FAM-*/8	U	2	9,10	18,20
12	Suministro e instalación de atenuadores de 10db de pérdida. Holland/ FAM-*/10	U	2	9,10	18,20
13	Suministro e instalación de acopladores direccionales de 8db de pérdida. Holland / GHDC-8	U	12	19,5	234
14	Suministro e instalación de acopladores direccionales de 16 db de pérdida Holland / GHDC-16	U	4	23,4	93,6
15	Suministro e instalación de fuente de poder. HFC Electronics/FP15A	U	6	195	1170
	Total				9549,32

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

### 3.1.3.4 Red de Acceso

**Tabla 8-3:** Volumen de obra de la red de acceso.

Ítem	Materiales y accesorios	Unidad	Cantidad	P/U	P/T
1	Suministro y tendido de cable coaxial Rg.6. Transline CATV/ F660TMBC	M	6245	0,42	2622,90
2	Suministro e instalación de taps de dos salidas. Holland /GHT2	U	23	22,60	519,80
3	Suministro e instalación de taps de cuatro salidas. Holland /GHT4	U	59	23,88	1408,92
4	Suministro e instalación de taps de ocho salidas. Holland /GHT8	U	41	34,61	1419,01
	Total				5970,63

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

### 3.1.3.5 Red Interior del Cliente

**Tabla 9-3:** Volumen de obra de la red interior del cliente.

Equipo/Elementos	Marca y modelo	Unidades	Costo unitario	Total
Cable modem (CM)	Arris Touchstone/ TG862S DOCSIS 3.0	308	\$40	\$12320
Set to box	MAC 250	308	\$80	\$24640
Total				\$36960

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

### 3.1.3.6 Proforma general para la red HFC

**Tabla 10-3:** Costos referenciales para la red HFC.

Descripción	Total
Cabecera IPTV	\$39337
Red troncal	\$25104,33
Red de distribución	\$9549,32
Red de acceso	\$5970,53
Red interior del cliente	\$36960
Total	\$116921,18

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

### 3.1.4 Análisis Financiero

#### 3.1.4.1 Presupuesto de ingresos

El presupuesto de ingreso es calculado en un periodo de tiempo de cinco años, en el cual la empresa deberá consolidarse en el mercado para poder obtener su rentabilidad y de esta manera estimar si el proyecto podría ser factible para el inversionista.

Para los ingresos de venta de servicios de IPTV, se considera como referencia un promedio entre los precios por servicio de televisión, que al momento ofertan las empresas con cobertura nacional, como son TVCABLE y CNT, considerando un valor mensual de \$20,35 y \$17 respectivamente.

Adicional a esto se suma el valor por suscripción, que consta la instalación de los equipos de red interior del usuario, actualización de software, configuración de televisores, etc. Para lo cual se considera un valor de \$35.

El precio por el servicio de video bajo demanda VoD, se hace referencia a sistemas que ya ofertan este servicio, como es netflix por \$7.20 mensual, además la operadora nacional CLARO está ofertando el servicio de VoD denominado claro video por \$7.15 mensual, por lo cual la empresa podría ofertar el servicio por un costo de \$8.00 mensuales.

Dicho así, los ingresos que obtendría la empresa Riotelecom-network será como se especifica en la tabla 11-3.

**Tabla 11-3:** Costos referenciales de los servicios ofertados.

Servicio	PVP (\$)	Precio por suscripción
45 canales HD	\$22	\$35
VoD	\$10	

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

Dicho estas consideraciones, una vez puesta en marcha el sistema, los ingresos estimados para los primeros 5 años son, como se indica en la tabla 12-3.

**Tabla 12-3:** Ingresos referenciales de los servicios ofertados proyectados a cinco años.

Descripción/Año	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Televisión	81312	93720	107976	124344	143088	164736
Contenido VoD	34080	39240	45240	52080	60000	69000
Suscripción	10780	1645	1890	2170	2485	2870
Total	126172	134605	155106	178594	205573	236606

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

#### 3.1.4.2 Presupuesto de egresos

La empresa proyectada a ser una operadora de servicios, presenta egresos anuales para su funcionamiento, una vez puesto en marcha, el cual requiere de una inversión periódica de capital, para pagos de servicios como, energía eléctrica, televisión, salarios, etc. En la tabla 13-3 se detallan los egresos que se deben considerar para mantener operativo el sistema.

Se detalla el costo de compra y depreciación de equipos, contratación de servicios y los pagos de servicios prestados, por contratación de un centralista que administre el funcionamiento de los equipos de la cabecera, así como un técnico que realicen trabajos en planta externa, considerando el correspondiente aumento a su salario, de aproximadamente del 2,86% .

**Tabla 13-3:** Presupuesto de egresos

Concepto/Año	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Depreciación de equipos(33%)	12982	12982	12982	0	0	0
Compra de equipos de suscriptor	36960	5640	6480	7440	8520	9840
Compra de equipos de cabecera IPTV	39337					

Equipamiento y mano de obra de la HFC.(Red troncal-red de distribución-red de acceso)	40624,18					
Contratación de servicio de TV	5130	1283	1476	1698	1953	2246
Sueldo Técnico	6588	6777	6971	7170	7375	7586
Sueldo centralista(administrador de red)	7330	7540	7756	7978	8206	8441
Otros	1500	1725	1984	2282	2625	3019
Total	150451,18	35947	37649	26568	28679	31132

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

### 3.1.4.3 Flujo efectivo neto

En la siguiente tabla 14-3 se muestra la cantidad de efectivo que se conserva después de los gastos realizados.

**Tabla 14-3:** Estimación del flujo de efectivo

Periodo	Ingresos	Egresos	Flujo de caja
T0	126172	150451,18	-24279,18
T1	134605	35947	98658
T2	155106	37649	117457
T3	178594	26568	152026
T4	205573	28679	176894
T5	236606	31132	205474

**Realizado por:** YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

Para demostrar la factibilidad del proyecto, se hizo referencia a dos parámetros muy usados para este caso, como es el VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno).

### 3.1.4.4 Valor actual neto

Es un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial, se obtiene alguna ganancia.

	A	B	C	D	E
1	Período	Flujo de Fondos		TIR	55,33%
2	0	-116921,18		VAN	\$ 360.447,33
3	1	-24279,18			
4	2	98658		Inversión inicial=	116921,18
5	3	117457			
6	4	152026			
7	5	176894			
8	6	205474			
9					
10					
11					
12					
13					

**Figura 2-3:** Calculo del valor actual neto

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

En donde  $0,1(10\%)$  = tasa de descuento

B3= valor de flujo de efectivo primer año

B8= valor de flujo de efectivo último año

B2= inversión inicial

El valor del dinero cambia con el paso del tiempo para ello emplea una tasa de descuento (i), que suele considerar la inflación o el costo de un préstamo, en Ecuador se establece una tasa referencial del 10% para las Pequeñas y Medianas Empresas.

Realizado los cálculos de la función del VAN en Excel, a través de una matriz, como se indica en la figura 2-3, da como resultado un valor positivo de \$ 360.447,33, es decir que para un periodo de 5 años la inversión en este proyecto es rentable.

#### 3.1.4.5 Tasa interna de retorno

Se relaciona con el VAN, determina cuál es la tasa de descuento que hace que el VAN de un proyecto sea igual a cero.



Si el TIR es inferior a la Tasa de Descuento de la empresa, la inversión debe ser desestimada; mientras que, si la TIR es superior a la Tasa de Descuento, la inversión es factible.

Realizado los cálculos en la misma matriz de Excel, se confirma que con este parámetro el proyecto es viable, teniendo como resultado que el TIR representa un 55,33%, es decir que es mayor que la tasa de descuento del 10% como se indica en la figura 3-3.

Periodo	Flujo de Fondos			
0	-116921,18		TIR	55,33%
1	-24279,18		VAN	\$ 360.447,33
2	98658		Inversión inicial= 116921,18	
3	117457			
4	152026			
5	176894			
6	205474			

**Figura 3-3:** Calculo de tasa interna de retorno

Realizado por: YANEZ, Alexandra & CHICO, Daniel, 2018.

## CONCLUSIONES

- A través de estudios se concluye que gracias al desarrollo del servicio de IPTV a través de redes HFC, existe la posibilidad de innovar el concepto de la televisión convencional, por programas de contenidos interactivos y de alta calidad. Además, se considera como una opción para optimizar el espectro de frecuencias.
- Se determinó a través de la investigación, que las características más importantes de los sistemas IPTV es la cantidad de flujo de información (canales) que se desea transmitir, el estándar que administrara la red (DOCSIS 3.0), el tipo de formato de compresión utilizado (MPEG-4), la tecnología sobre la cual se realiza el transporte de información (HFC) y la cantidad de usuarios que utilizan el servicio simultáneamente (308), para poder dimensionar y diseñar una arquitectura de red adecuada para permitir el tráfico de IPTV.
- Las redes híbridas de cable coaxial y fibra óptica (HFC), son una buena solución para la convergencia de servicios sobre redes CATV, aprovechando las características de baja atenuación de la fibra(0.25dB/Km), se elimina amplificadores en la red troncal con lo cual se garantiza entregar un nivel de señal alrededor de 52 dB a la red coaxial, permitiendo llegar al tramo final del usuario con una potencia promedio de 1.73 dBm valor aceptable para asegurar un servicio de buena calidad.
- Con las visitas al sector centro de la parroquia Calpi, con la información obtenida gracias a la encuesta realizada a los moradores y con la ayuda de los diferentes organismos encargados de la planificación territorial, se diseñó una red HFC de tal manera que cumpla con los requerimientos que tiene esta zona al cubrir en su totalidad la demanda de 490 viviendas/usuarios. Esto se puede apreciar gracias al plano arquitectónico mostrado en los anexos.
- Al utilizar la tecnología DOCSIS 3.0, se obtuvo que para la transmisión del servicio de televisión en HD es necesario la capacidad de 360 Mpbs, soportado por 9 canales DOCSIS, para el servicio de Video bajo demanda es necesario una capacidad de 812 Mbps soportado por 19 canales DOCSIS, finalmente para el tráfico ascendente es necesario la capacidad de 3.65Mbps soportado tan solo por un canal DOCSIS.

- Una vez realizado el estudio de mercado, con el resultado de la encuesta se determinó que existen un total de 308 y 289 posibles clientes potenciales iniciales, que requieren de los servicios de IPTV como es televisión y video bajo demanda respectivamente, demostrando así que el proyecto tiene una gran acogida actual y futura, a través de la proyección de demanda realizada a cinco años, por lo tanto, se concluyó que el proyecto es viable.
- Mediante el análisis económico del proyecto, se concluye que, con un posible precio a cobrar mensualmente de \$ 22,00 por el servicio de televisión IP y \$10 por el servicio de video bajo demanda, se recupera en su totalidad la inversión realizada de \$116921,18 en un periodo aproximado de 3 años obteniendo una ganancia de \$117457, determinando así que el proyecto es factible.
- Mediante la investigación se obtuvo el precio, marca y modelo de cada uno de los elementos necesarios para poder implementar la red HFC, permitiendo calcular valor estimado del equipamiento de proyecto con un valor de \$116921,18 y se elaboró un volumen de obra que muestra a detalle en que se desembolsara cada rubro necesario para esta propuesta.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar la difusión de la tecnología IPTV entre los operadores de Telecomunicaciones, ya que es una nueva tendencia, que beneficia no solamente al cliente, sino también al proveedor ya que obtendría una ganancia significativa.
- Se debería incentivar a los estudiantes universitarios de instituciones de educación superior, a través de foros informativos sobre esta tecnología, conferencias, charlas, etc. Ya que no es muy difundido a nivel nacional.
- Es necesario que se garantice calidad y disponibilidad del servicio, obteniendo así la confianza por parte de los clientes en un sistema seguro, por lo que se recomienda a la empresa Riotelecom-Network implementar esta red HFC en la parroquia de Calpi, ya que se considera rentable para el operador.
- Se recomienda el mantenimiento constante de la red HFC, tanto en el tendido de cable (coaxial y fibra óptica) como en los diferentes equipos y elementos, que forman parte de la cabecera hacia el usuario final.
- Se recomienda una correcta instalación de los cable y equipos ya que una mala conexión podría generar pérdidas excesivas en la red y de esta manera degradando la calidad del servicio y generando desconformidad por parte de los usuarios.

## BIBLIOGRAFIA

**AGUILAR IÑIGUEZ, Kristell Paulette, & NARVÁEZ NARVÁEZ, José Antonio.** *Análisis técnico y económico de una migración de redes HFC a redes G-PON* [En línea] (tesis). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación, Ingeniería En Electrónica Y Telecomunicaciones. Guayaquil – Ecuador. 2015. p. 11 [Consulta: 14 de diciembre de 2017] Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/29848/D-100137.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>

**ALMEIDA QUIROZ, Johana del Pilar.** *Diseño de una red de televisión IP en la urbanización el condado para la empresa Telmex* [En línea](Tesis). (Pregrado) Escuela Politécnica Nacional, Facultad De Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones. Quito-Ecuador. 2014. p. 17 [Consulta: 17 de noviembre de 2017] Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8931>

**ARIAS VEGA, Elizabeth Alexandra.** *Análisis del estándar DOCSIS, sus servicios y aplicaciones en redes HFC* [En línea](tesis). (Pregrado) Escuela Politécnica Nacional, Escuela de Ingeniería en electrónica y Telecomunicaciones. Quito-Ecuador. 2004. p. 6 [Consulta; 12 de enero 2018] Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11354>

**BORJA CALDERÓN, Ana Cristina.** *Plataforma de IPTV utilizando tecnología GPON para el servicio de video por suscripción de la CNT EP en la zona de cobertura de la central Izamba del cantón Ambato* (tesis) (Pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial, Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones. Ambato-Ecuador. 2017. Pp. 70 [Consulta 12 de febrero de 2018]. Disponible en: [http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25535/1/Tesis\\_t1236ec.pdf](http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25535/1/Tesis_t1236ec.pdf)

**BORONAT, Fernando; et al.** *IPTV, la televisión por Internet* [En línea]. España: Publicaciones Vértice, 2008 [Consulta: 20 de enero de 2018] Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=PvmZFX00mMYC&pg=PA153&dq=estandar+docsis&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj2pcWdqLDZAhWhmeAKHS7uBfwQ6AEILDAB#v=onepage&q&f=false>

**BERROCAL, Julio.** *Tecnologías de banda ancha y convergencia de redes* [en línea]. Madrid-España: Paseo de la Castellana, Madrid.2009. [Consulta: 5 de diciembre 2017]. Disponible en: [http://oa.upm.es/2697/2/BERROCAL\\_LIBRO\\_2009\\_01.pdf](http://oa.upm.es/2697/2/BERROCAL_LIBRO_2009_01.pdf)

**CAPMANY FRANCOY, José; & ORTEGA TAMARIT, Beatriz.** *Redes Ópticas*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia, 2006, p. 279.

**CONDE DEL OSO, Luís Enrique.** *Propuesta para la Validación de la calidad del vídeo en el servicio de IPTV* [En línea](Tesis). (Maestría) Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Departamento de Telecomunicaciones y Telemática. La Habana-Cuba. 2012. p. 7 [Consulta: 4 de febrero de 2018]. Disponible <http://bdigital.reduniv.edu.cu/index.php?page=13&id=1840&db=2>

**CORO LUZURIAGA, Alex Fernando, & CRUZ PALAQUIBAY, Danny Fernando.** *Diseño de un plan de acción para la implementación la televisión digital basada en la tecnología IPTV en el Ecuador* [En línea]. (Pregrado) Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación. Guayaquil-Ecuador. 2016. Pp. 11 [Consulta: 2017-11-23]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/97495/D-103468.pdf>

**DERBYSHIRE, A. & RAJH, K.** *Video Transmission Over Broadband Networks* [en línea]. México:Universidad Tutamen, 1996. Pp. 1 [Consulta: 17 de noviembre de 2017]. Disponible en: [http://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise\\_96/journal/vol4/arad/report.html](http://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise_96/journal/vol4/arad/report.html)

**FICHAMBA ARELLANO, Segundo Leonardo.** *Diseño de la red híbrida Coaxial-Fibra Óptica(HFC) para brindar servicio de IP-TV en la empresa Multicable de la ciudad de Otavalo* [En línea](tesis). (Pregrado) Universidad Técnica Del Norte, Facultad De Ingeniería En Ciencias Aplicadas, Ingeniería En Electrónica Y Redes. Ibarra – Ecuador. 2015. p. 26 [Consulta: 10 de diciembre de 2017] Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4667>

**GIL, Pablo; et al.** *Redes y Transmisión De Datos* [En línea]. Alicante-España: Campus de San Vicente San Vicente del Raspeig, 2010 [Consulta: 17 de diciembre d 2017] Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=On6y2SEaWyMC&pg=PA85&dq=cable+coaxial&hl=es-419&sa=X#v=onepage&q&f=false>

**GOÑI AMATRIAIN, Jon.** *IPTV. Protocolos empleados y QoS* [en línea]. 2012. Pp. 4 [Consulta: 29 de enero de 2018] Disponible en: [https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/rba/rba06\\_07/trabajos/resumenes/gr16-QoSEnIPTV.pdf](https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/rba/rba06_07/trabajos/resumenes/gr16-QoSEnIPTV.pdf)

**HUIDROBO, José;** *IPTV, la televisión a través del internet* [En línea](Paper). 2010. Pp. 6 Disponible: [http://www.acta.es/medios/articulos/ciencias\\_y\\_tecnologia/043039.pdf](http://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/043039.pdf)

**IBOPE.** *Tendencia de encendido hogares* [en línea]. Brazil: IBOPE TIME, 2008, Primera página: [consulta: 13 de diciembre de 2017]. Disponible en: <http://www.ibope.com.ec/ibopetime/>

**JACQUES, Andres; et al.** *IPTV: Un Enfoque Técnico Y Económico* [En línea](Paper). (Maestría) Instituto superior Técnico, Comunicación de audio y video. Lisboa – Portugal. 2012. [Consulta: 25 de enero de 2018]. Disponible en :[http://www.img.lx.it.pt/~fp/cav/ano2011\\_2012/Trabalhos\\_MEEC\\_2012/Artigo4/site\\_IPTV/index.html](http://www.img.lx.it.pt/~fp/cav/ano2011_2012/Trabalhos_MEEC_2012/Artigo4/site_IPTV/index.html)

**MORALES SANDOVAL, Miguel.** *Notas sobre compresión de datos* [En línea]. Mexico: INAOE. 2003 [Consultado 17 de enero de 2018] Disponible en: <http://www.tamps.cinvestav.mx/~mmorales/documents/Compre.pdf>

**MATEOS COSTILLAS, David; & REAÑO MONTORO, Samuel.** *Streaming de Audio/Video. Protocolo RTSPÑ* [en línea]. (Paper). 2008. Pp. 1. [Consulta: 24 de enero de 2018] Disponible en: [http://ibdigital.uib.es/greenstone/collect/enginy/index/assoc/Enginy\\_2/008v01p0/15.dir/Enginy\\_2008v01p015.pdf](http://ibdigital.uib.es/greenstone/collect/enginy/index/assoc/Enginy_2/008v01p0/15.dir/Enginy_2008v01p015.pdf)

**NORMA TÉCNICA. MÉTODOS de PROYECCIÓN de POBLACIÓN** [En línea]. Gerencia de ingeniería básica y normas técnicas. 2012. Pp. 9 [Consulta: 23 de enero de 2018] Disponible: [https://www.academia.edu/1471987/M%C3%89TODOS\\_de\\_PROYECCI%C3%93N\\_de\\_POBLACI%C3%93N?auto=download](https://www.academia.edu/1471987/M%C3%89TODOS_de_PROYECCI%C3%93N_de_POBLACI%C3%93N?auto=download)

**OCHOA DOMÍNGUEZ, H; et al.** *Descripción del nuevo estándar de video H.264 y comparación de su eficiencia de codificación con otros estándares* [En línea]. (Tesis). (Pregrado) Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ingeniería y Tecnología, Ingeniería Eléctrica y

Computación. Ciudad Juárez-México. 2006. [Consulta: 27 de enero de 2018] Disponible en: [www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432007000300004&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432007000300004&script=sci_arttext&tlng=pt)

**UIT-T.** *Dispositivos de acceso que utilizan redes híbridas de fibra óptica/cobre* [en línea]. Montreal: Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones, octubre 2000. [Consulta: 25 de enero de 2018]. Disponible en: [http://www.itu.int/rec/dologin\\_pub.asp?lang=e&id=T-REC-L.47-200010-I!!PDF-S&type=items](http://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-L.47-200010-I!!PDF-S&type=items)

**VARGAS, Ibrahín,** *Sistemas de fibra óptica* [en línea]. Lima, Perú: Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, 2010. Pp. 15 [Consulta 15 de febrero de 2018]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/40926774/Sistemas-de-Fibra-optica>

**VILLACRÉS BECHARA, Mario.** *Diseño de una red de telecomunicaciones HFC multiservicios para La empresa Green Tv en la ciudad de Esmeraldas* [En línea]. (tesis). (Pregrado) Escuela Politécnica Del Ejército, Departamento De Eléctrica Y Electrónica, Carrera de ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones. Sangolquí – Ecuador. 2008.Pp. 72. [Consulta 12 de diciembre de 2017] Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec:8080/handle/21000/675>

**WALPOLE, Ronald; et al.** *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* [en línea]. Novena edición. México-México: PEARSON EDUCACIÓN, 2012. [Consulta: 18 de enero 2018]. Disponible en: [https://verenciafunez94hotmail.files.wordpress.com/2014/08/8va-probabilidad-y-estadistica-para-ingenier-walpole\\_8.pdf](https://verenciafunez94hotmail.files.wordpress.com/2014/08/8va-probabilidad-y-estadistica-para-ingenier-walpole_8.pdf)