



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES**

TEMA:

**DISEÑO DE UNA CABECERA DIGITAL PARA LA
TRANSMISIÓN DE TV-CABLE POR MEDIO DE UNA RED DE
FIBRA ÓPTICA EXISTENTE, PERMITIENDO QUE LA SEÑAL
DE INTERNET Y TV-CABLE COEXISTAN EN LA MISMA RED**

AUTOR:

LCDO. RODRÍGUEZ QUINTEROS WILFRIDO DAMIÁN

**Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de
Magister en Telecomunicaciones**

TUTOR

Ing. Manuel Romero Paz, MSc

Guayaquil, 6 de marzo del 2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por Rodríguez Quinteros Wilfrido Damián, como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de Magíster en Telecomunicaciones

TUTOR

f. _____

Manuel Romero Paz, MSc

DIRECTOR DEL PROGRAMA

f. _____

Manuel Romero Paz, MSc

Guayaquil, 6 de marzo del 2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Rodríguez Quinteros Wilfrido Damián**

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación: **Diseño de una cabecera digital para la transmisión de tv-cable por medio de una red de fibra óptica existente, permitiendo que la señal de internet y tv-cable coexistan en la misma red**, previo a la obtención del título de Magíster en Telecomunicaciones, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, 6 de marzo del 2020

EL AUTOR

f. _____

Lcdo. Rodríguez Quinteros Wilfrido Damián



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES**

AUTORIZACIÓN

Yo, **Rodríguez Quinteros Wilfrido Damián**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Diseño de una cabecera digital para la transmisión de tv-cable por medio de una red de fibra óptica existente, permitiendo que la señal de internet y tv-cable coexistan en la misma red**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 6 de marzo del 2020

EL AUTOR:

f. _____

Lcdo. Rodríguez Quinteros Wilfrido Damián

REPORTE URKUND

The screenshot displays the URKUND document viewer interface. At the top, the document title is "11. Rodrigo Quintero Milla.docx (04417301)". The document was presented on 2019-01-18 12:44:00. It was presented by Luis Córdoba Rivadeneira (lucordov@yotasa.com) and received by luis.cordova.ucq@analisis.urkund.com. A note indicates that 77 pages are compared to the source. The interface includes a "Lista de Fuentes" (List of Sources) pane on the right, which lists the following items:

- Category: Enlace/nombre de archivo
- Source 1: [TESIS OPCION FINAL TUTORIA 12.01.2019.docx](#)
- Source 2: [TESIS-juris.pdf](#)
- Source 3: [ULTIMA TESIS FINAL TUTORIA 24.05.2019 \(1\).docx](#)

The main content area shows the following text:

SISTEMA DE POSGRADO MAESTRIA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA: DISEÑO DE UNA OBLERA DIGITAL PARA LA TRANSMISIÓN DE TV-CABLE POR MEDIO DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA EXISTENTE, PERMITIENDO QUE LA SEÑAL DE INTERNET Y TV-CABLE COEXISTAN EN LA MISMA RED

AUTOR: LEO. RODRIGUEZ QUINTEROS MIFRIDO DAMIAN

Trabajo de titulación previo a

la obtención del grado de Magister en Telecomunicaciones

TUTOR Ing. Manuel Romero Paz, MSc

Guayaquil, Ecuador (8vo) de (mes) del (año)

SISTEMA DE POSGRADO MAESTRIA EN

TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por Rodrigo Quintero Milla, como requisito parcial para la obtención del Grado Académico de Magister en Telecomunicaciones

TUTOR

Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios por darme la vida para avanzar y culminar cada uno de mis objetivos, siendo esta etapa de mi vida uno de ellos.

De la misma manera el agradecimiento a mis padres por estar a mi lado y darme la guía y apoyo necesario para cumplir este objetivo. También agradezco a mi esposa que con su apoyo incondicional he logrado alcanzar mis metas anheladas.

Dedicatoria

El presente proyecto se lo dedico a mis padres, que supieron guiarme a seguir esforzándome, mi esposa, que con su apoyo y fuerza logro alcanzar mis objetivos, mis hermanos y demás familiares que de una u otra manera están a mi lado deseando lo mejor para mí y mi familia.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

MSc. Manuel Romero Paz

TUTOR

f. _____

MSc. Manuel Romero Paz

DIRECTOR DEL PROGRAMA

f. _____

MSc. Miguel Heras Sánchez

REVISOR

f. _____

MSc. Luis Córdova Rivadeneira

REVISOR

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Definición del problema.....	4
1.3 Justificación del problema.....	4
1.4 Delimitación del problema.....	4
1.5 Objetivos.....	5
1.5.1 Objetivos Generales.....	5
1.5.2 Objetivos Específicos.....	5
1.6 Hipótesis.....	5
1.7 Metodología de la investigación.....	5
1.8 Recopilación de la información.....	6
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	7
2.1 Definición de red y tipos de red.....	7
2.1.1 Redes según su tamaño.....	7
2.2 Modelo jerárquico de una red.....	9
2.2.1 Capa o nivel de acceso.....	9
2.2.2 Capa o nivel de distribución.....	10
2.2.3 Capa o nivel de núcleo.....	11
2.3 Redes de fibra óptica.....	11
2.3.1 Fibra Óptica.....	11
2.3.2 Tipos de conectores.....	12
2.3.3 Tipos de Fibra Óptica.....	13
2.3.4 Tipos de cables de fibra óptica.....	15
2.4 Cabecera de una red de fibra óptica.....	17

2.4.1 Terminal de línea óptico (OLT)	18
2.4.2 Splitter para fibra óptica.	19
2.4.3 Terminal de red óptica ONT.	21
CAPÍTULO 3: DISEÑO DE UNA CABECERA DIGITAL PARA LA TRANSMISIÓN DE TV-CABLE POR MEDIO DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA	23
3.1 Diseño de la grilla de canales a ofrecer al abonado o suscriptor.	23
3.2 Satélites de Recepción	26
3.2.1 Bandas en los enlaces satelitales.	27
3.2.2 Satélites que se utilizan para la recepción.....	28
3.3 Receptores de las señales satelitales.....	29
3.4 DVB-S/S2 IP Gateway	32
3.5 Codificador de audio-video a IP	33
3.6 Modulador IP-QAM.....	33
3.7 Transmisor Óptico	34
3.8 Representación gráfica del diseño de una cabecera digital para la transmisión de tv-cable por medio de una red de fibra óptica	36
3.9 Propuesta Económica.....	38
3.10 Presupuesto	38
CONCLUSIONES.....	40
RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
GLOSARIO.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Características a considerar en los splitters.....	19
Tabla 2.2: Parámetros ONU GPON FD600-511GW C-DATA.....	21
Tabla 3.1: Grilla de canales a ofertar al usuario.....	23
Tabla 3.2: Satélites para las señales necesarias.....	28
Tabla 3.3: Receptor CISCO D9800.....	29
Tabla 3.4: Receptor CISCO D9859.....	30
Tabla 3.5: Receptor CISCO D9865.....	30
Tabla 3.6: Receptor MOTOROLA DSR-4460	31
Tabla 3.7: WELLAV UMH160R.....	31
Tabla 3.8: Receptor GLOBAL MEDIA YH8289	31
Tabla 3.9: Canales Receptados con el DVB-S/S2 IP GATEWAY.....	32
Tabla 3.10: Datos Técnicos del Transmisor Óptico.	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Red de área local.....	8
Figura 2.2: Red de Área Metropolitana.....	8
Figura 2.3: Red de Área Extendida.....	9
Figura 2.4: Modelo Jerárquico	10
Figura 2.5: Fibra Óptica.....	12
Figura 2.6: Tipos de Conectores de Fibra óptica.....	13
Figura 2.7: Fibra óptica monomodo.....	14
Figura 2.8: Fibra óptica multimodo de índice de salto.....	14
Figura 2.9: Fibra óptica multimodo de índice de gradual.....	15
Figura 2.10: Cable de fibra óptica ADSS y sus partes.....	16
Figura 2.11: Cable de fibra óptica submarino.....	16
Figura 2.12: Cable de fibra óptica OPGW.....	17
Figura 2.13: Esquema de una red de un proveedor de servicios.....	18
Figura 2.14: C-DATA GPON-OLT FD-1608GS.....	19
Figura 3.1: Esquema de una conexión de tv satelital.....	27

RESUMEN

En el presente documento se encuentra el diseño de una cabecera digital para la transmisión de tv-cable por medio de una red de fibra óptica existente. Esta describe una breve explicación del funcionamiento de cada uno de los equipos que intervienen en la infraestructura desde la recepción de las señales satelitales hasta la transmisión de las mismas a través de la red de fibra óptica de planta externa. Se plantea también un ejemplo de una grilla de canales que podría ser utilizada en un sistema prestador de servicios con canales atractivos al consumidor y se detallan los equipos necesarios para la recepción de dichas señales que pueden ser objeto de implementación en un sistema de tv-cable funcional. Finalmente se realiza una propuesta económica de lo que podría llegar a costar la implementación de una cabecera digital para la transmisión de tv-cable por medio de una red de fibra óptica.

Palabras Claves: Tv-cable, Fibra, Infraestructura, Señales, Grilla, Planta Externa

ABSTRACT

This document contains the design of a digital head end for the transmission of cable TV through an existing fiber optic network. It is also described a brief explanation of the operation of each of the equipment involved in the infrastructure from the reception of the satellite signals to the transmission of the same through the fiber optic network of the external plant. There is also an example of a grid of channels that could be used in a service provider system with attractive channels to the consumer and the necessary equipment for the reception of said signals that can be implemented in a cable TV system is functional. Finally, an economic proposal is made of what could cost the implementation of a digital header for the transmission of cable TV through a fiber optic network.

Keywords: Cable TV, Fiber, Infrastructure, Signals, Grid, External Plant

INTRODUCCIÓN

Los servicios de telecomunicaciones han ido mejorando significativamente la forma en la que llegan al usuario final, es decir, el acceso a internet y televisión por cable han mejorado de tal manera que puedan ser proporcionados por una sola empresa, sin incurrir en grandes gastos de inversión de planta externa ya que por un mismo medio es posible ofrecer varios servicios al mismo tiempo.

La fibra óptica, el mejor de los medios para la transmisión de señales, es uno de los más factibles materiales utilizados para llegar al usuario final permitiéndole tener varios servicios por el mismo medio sin desmejorar la calidad de cada uno de ellos.

En el presente proyecto se tiene como objeto de estudio a una empresa existente llamada TRONCALNET S.A, la misma que ofrece el servicio de Internet domiciliario y empresarial para el cantón La Troncal, que brinda su servicio con tecnología FTTH (Fiber to the Home-Fibra hasta la casa) para llegar al usuario final.

En el documento se plantea el diseño de una cabecera digital que permita transmitir el servicio de televisión por cable en una red de fibra óptica existente ofreciendo así los dos servicios sin la necesidad de una inversión económica extra en planta externa.

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

En este capítulo se describe las cualidades y características del proyecto, su impacto en la empresa que es objeto de estudio y el alcance físico que tendrá en el cantón.

1.1 Antecedentes.

El cantón La Troncal, provincia de Cañar, se encuentra ubicado en la región costa de la zona occidental de la provincia del Cañar, dentro de las siguientes coordenadas geográficas: latitud sur 2°28'22" y 2°30'05" y longitud oeste 79°14'14" y 79°31'45". Con una población aproximada de 44.268 según censo INEC 20010 (GAD Del Cantón LaTroncal, 2018).

Es la ciudad donde se encuentra funcionando la empresa Troncalnet S.A. cuya labor nace con el objetivo principal de ofrecer conectividad de internet a los ciudadanos del cantón.

Troncalnet S.A. que en la actualidad posee un grupo de 1500 clientes aproximadamente, se ha mantenido en el mercado con la oferta de la conexión a internet utilizando, en sus inicios, la conexión inalámbrica como medio para llegar al usuario final y con el pasar de los años se ha migrado a la tecnología FTTH que permite al cliente una conexión de datos con todas las bondades que la fibra óptica ofrece.

Dado el alcance y la acogida que la empresa ha tenido en su localidad, se ha optado por hacer la propuesta de implementar un nuevo servicio que proporcione la señal de televisión que será ofertada por el medio ya existente, para lo cual se propondrá el diseño de una cabecera digital para que la señal pueda ser transmitida.

1.2 Definición del problema.

La visión futura de seguir en el mercado siendo una empresa que ofrezca servicios al usuario de una manera innovadora ha creado **la necesidad de ofrecer un adicional al de solo una conexión de datos, mismo que debe tener un plus al que actualmente ofrecen las empresas locales o nacionales y que sea atractivo hacia el usuario final.**

Con el fin de seguir siendo una empresa competitiva y capaz de mantenerse como líder del mercado se vio la factibilidad de ofrecer otro servicio al usuario con cualidades diferentes a las que tradicionalmente se han ofrecido en el medio.

1.3 Justificación del problema.

La orientación del presente proyecto es brindar un servicio adicional al usuario utilizando una red en planta externa ya existente proyectando un crecimiento en la empresa aprovechando dicha infraestructura.

El presente documento planteará el diseño de la cabecera digital que será configurada a futuro para la transmisión de la señal de tv-cable que llegará al usuario final a través de la misma acometida de internet ya existente.

1.4 Delimitación del problema.

Las limitantes del proyecto serán de dos tipos: poblacional y de espacio. El límite poblacional se encuentra definido por los posibles usuarios que el sistema a implementar tendrá. El límite de espacio se verá enfocado en las agrupaciones urbanas principales del cantón, es decir, se implementará el servicio en las parroquias donde la densidad poblacional sea de mayor tamaño.

1.5 Objetivos.

Los objetivos que tendrá este proyecto son los siguientes:

1.5.1 Objetivos Generales.

Realizar el diseño de una cabecera digital capaz de transmitir las señales de tv-cable a través de una red de fibra óptica ya existente y funcional.

1.5.2 Objetivos Específicos.

- ❖ Plantear un sistema capaz de solventar la necesidad de ofrecer el servicio de tv-cable al usuario.
- ❖ Investigar sobre los equipos existentes capaces de transmitir dicho servicio al usuario.
- ❖ Elaborar una grilla de canales que sea competitivo en el mercado y atractivo hacia el usuario.
- ❖ Diseñar la cabecera digital que será capaz de cumplir los objetivos antes mencionados.

1.6 Hipótesis.

El diseño de una cabecera digital para la transmisión del servicio de tv-cable permitirá a la empresa mantenerse y aumentar las ofertas que se pueden brindar a usuarios existentes y a potenciales nuevos interesados del sistema ofrecido y así seguir sirviendo a la ciudadanía.

1.7 Metodología de la investigación.

La metodología utilizada en el este proyecto fue el método exploratorio puesto que primeramente se analiza de forma individual los diferentes elementos que integran una cabecera digital para proveer servicios de televisión por suscripción, para después ser integrados en un solo sistema

para que sean analizados y en un futuro próximo implementados de manera real.

1.8 Recopilación de la información.

Se toma la información de la red de planta externa existente y se realiza el dimensionamiento de la misma para plantear el diseño de la cabecera de tv-cable acorde a la dimensión determinada y recomendar los equipos necesarios para la futura implementación y puesta en marcha del servicio.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

En este capítulo se describe los conceptos de redes y telecomunicaciones, la descripción de la tecnología FTTH y equipos físicos necesarios para su funcionamiento.

2.1 Definición de red y tipos de red.

Por definición general, una red es la conexión entre sí de uno o más ordenadores a través de medios físicos con la finalidad de que puedan compartir recursos (Darín, 2016).

Con un enfoque hacia Internet, una red es la interconexión de equipos físicos de red que permiten al usuario tener acceso a un recurso ya sea de datos (tipo texto), video o voz.

Según la función, los tipos de red pueden ser clasificados así:

- ❖ Por su tamaño
- ❖ Por el tipo de topología

2.1.1 Redes según su tamaño.

La clasificación de las redes según su tamaño es:

- ❖ Red de Área Local. (Local Area Network, LAN)
- ❖ Red de Área Metropolitana. (Metropolitan Area Network, MAN)
- ❖ Red de Área Extendida. (Wide Area Network, WAN)

2.1.1.1 Red de Área Local

Una red de área local, como su nombre especifica está limitada por el espacio, como por ejemplo una oficina privada o un departamento en una empresa. Las velocidades que manejan pueden ser altas, en rangos de 10Mbps hasta los 10Gbps. Las topologías físicas pueden ser tipo bus, anillo o estrella. Como ejemplo de su uso puede ser una red con

impresora compartida y bases de datos (Vázquez, Baeza, & Herías, 2010).

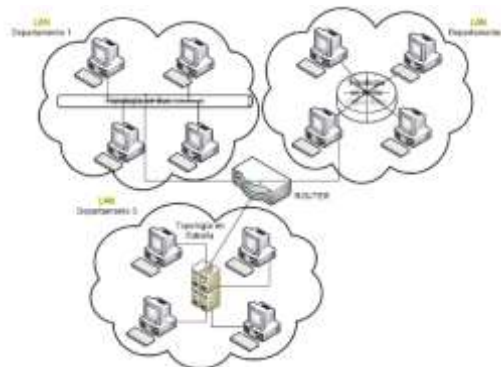


Figura 2.1: Red de área local.

Fuente: (Vázquez, Baeza, & Herías, 2010)

2.1.1.2 Red de Área Metropolitana.

Geográficamente puede estar delimitada para una ciudad o región. La propiedad de este tipo de red puede ser privada o pública. Las topologías físicas pueden ser tipo bus, anillo o estrella. Como ejemplos de su utilización pueden ser televisión por cable, redes tipo WIFI-MESH (Fidelidad Inalámbrica tipo Malla), ATM (Modo de Transferencia Asíncrona), etc. (Vázquez, Baeza, & Herías, 2010).

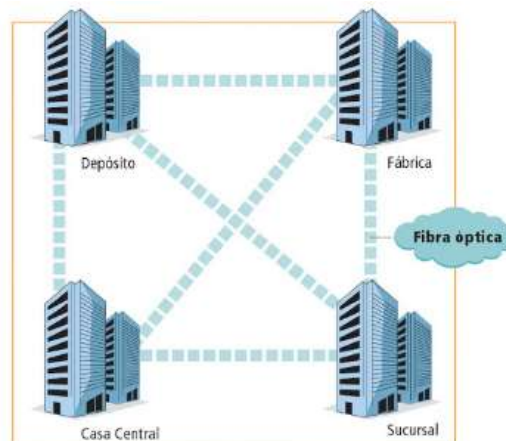


Figura 2.2: Red de Área Metropolitana.

Fuente: (Ariganello, 2016)

2.1.1.3 Red de Área Extendida.

Son redes grandes que pueden estar distribuidas entre un país o continente. Normalmente son públicas. Las topologías físicas pueden ser tipo malla o punto a punto. Como ejemplos se tiene la red de telefonía celular 4G, redes ATM y Frame Relay (Vázquez, Baeza, & Herías, 2010).



Figura 2.3: Red de Área Extendida.

Fuente: (Ariganello, 2016)

2.2 Modelo jerárquico de una red

Como una parte fundamental en el diseño de una red, Cisco brinda de una manera cómoda un modelo jerárquico que permite una mejor organización para su construcción y una posible corrección de errores de manera fácil y rápida de detectar (Ariganello, 2016).

Este modelo se clasifica en 3 partes:

- ❖ Capa o nivel de acceso.
- ❖ Capa o nivel de distribución
- ❖ Capa o nivel de núcleo.

2.2.1 Capa o nivel de acceso.

También llamada puesto de trabajo, es la parte de la red donde los usuarios se conectan para tener disposición de algún recurso que se requiera de la red. En la capa de acceso están también múltiples usuarios

y distintos recursos, dando paso a la interconexión entre ellos según sea el caso (Ariganello, 2016).

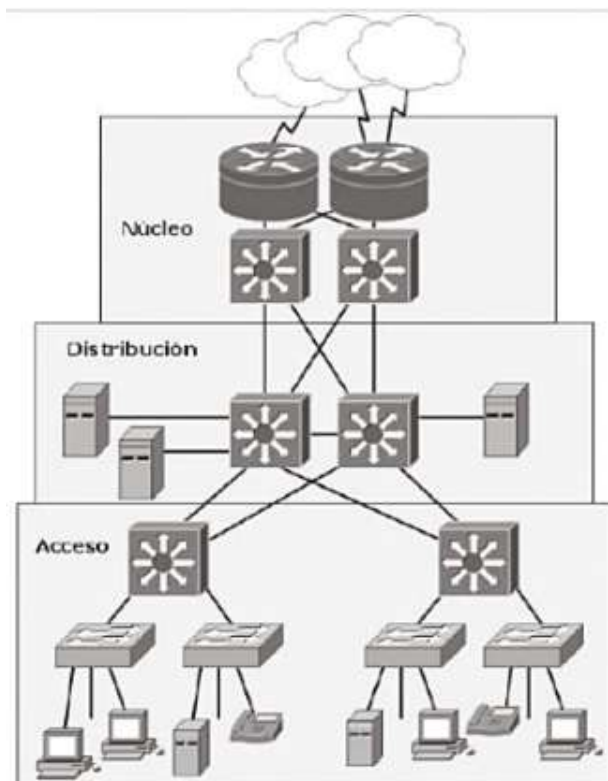


Figura 2.4: Modelo Jerárquico

Fuente: (Ariganello, 2016)

En los escenarios donde no se encuentren los recursos solicitados por el usuario en la capa de acceso, se escalará a la siguiente capa o nivel como es la de distribución.

2.2.2 Capa o nivel de distribución.

En este nivel la función principal es la de enrutar, filtrar y dar acceso a la WAN a los usuarios que requieran algún recurso situado en el núcleo de red o en internet (Ariganello, 2016).

Las principales funciones que cumple son las siguientes:

- Permite la conexión a los dispositivos ubicados en la capa de acceso.

- Enrutar el tráfico de tal manera que los usuarios accedan a los recursos disponibles para ellos y no a otros no permitidos.
- Segmentar la red para tener múltiples dominios de difusión.
- Implementar las seguridades necesarias y filtros.

2.2.3 Capa o nivel de núcleo.

Es la principal encargada de enviar las solicitudes de los usuarios a los servicios solicitados. Estos servicios son conocidos como públicos o globales, ya que normalmente son solicitados por todos los usuarios para realizar funciones específicas, tales como E-mail, Internet, acceso a dominios, video llamadas, etc. (Ariganello, 2016).

Las características principales que debe tener este nivel son:

- A este nivel la rapidez de transferencia y menor latencia son factores fundamentales para un correcto funcionamiento de la red.
- El enrutamiento y los grupos de trabajo o VLAN (red virtual de área pequeña) no son funciones de este nivel.
- La redundancia debe ser utilizada a este nivel para tener mayor disponibilidad de los recursos solicitados.
- Los protocolos de enrutamiento que se utilicen deben tener una convergencia veloz para satisfacer los requerimientos.

2.3 Redes de fibra óptica

Son el medio por el cual va a existir la comunicación entre los usuarios y el proveedor de servicios. En esta sección se describe las bondades del material que es usado como medio de transmisión que es la fibra óptica.

2.3.1 Fibra Óptica

La fibra óptica es el medio utilizado para la transmisión de datos en una red, las señales ya no serán transmitidas en niveles de tensión como

tradicionalmente se realizaba, sino más bien con uno o varios haces de luz según sea el caso.

El material que la conforma es un núcleo de cristal de silicio por el cual viajará el haz de naturaleza óptica, el mismo que se encuentra recubierto por otro cristal o plástico de distintas características a él, que refleja el haz de luz, este recubrimiento a su vez posee una protección adicional para aislar los factores externos como humedad y polvo (Vázquez, Baeza, & Herías, 2010).

Una de las principales ventajas de la fibra óptica es ser un material significativamente de menor tamaño y peso en comparación a los otros medios físicos utilizados y permitiendo mayores capacidades.



Figura 2.5: Fibra Óptica.

Fuente: (Vázquez, Baeza, & Herías, 2010).

2.3.2 Tipos de conectores

Los distintos tipos de conectores son utilizados según la funcionalidad en la cual se van a emplear.

Los conectores pueden ser:

- Tipo FC. Se lo emplea en redes de datos y telecomunicaciones.
- Tipo SC y SC-Duplex. Implementado en transmisiones de datos
- Tipo FDDI. Es utilizado en redes de datos de fibra óptica.
- Tipo LC. Se emplea en redes de alta densidad de datos.

- Tipo ST. Para redes en edificios y sistemas de seguridad.
- Tipo MT-ARRAY. También empleado para redes de alta densidad de datos.



Figura 2.6: Tipos de Conectores de Fibra óptica.

Fuente: (Vázquez, Baeza, & Herías, 2010)

2.3.3 Tipos de Fibra Óptica.

Los tipos de fibra óptica se clasifican según la forma en la que transmiten el haz de luz a través del medio. Estas pueden ser:

- Fibra óptica monomodo.
- Fibra óptica multimodo.
-

2.3.3.1 Fibra óptica monomodo.

Son las mayormente utilizadas en las redes de telecomunicaciones ya que entre sus principales características permiten llegar a distancias grandes sin desmejorar las capacidades de transmisión. Permite transmisiones óptimas de longitudes de onda de 1300nm y 1550nm (ITU, 2018).

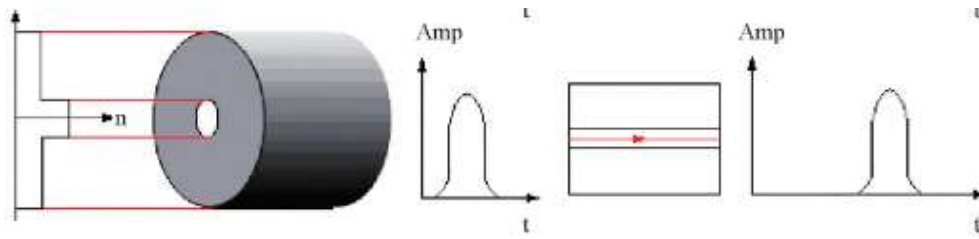


Figura 2.7: Fibra óptica monomodo.

Fuente: (Vázquez, Baeza, & Herías, 2010)

2.3.3.2 Fibra óptica multimodo.

Según las características de transmisión se puede clasificarlas en dos: Fibra óptica multimodo de índice alto ó índice discreto, en la cual se transmiten varios haces de luz por un mismo medio, donde cada haz indica el camino desde el origen hasta el destino, con múltiples ángulos de incidencia para los que se da reflexión total. Muy económica pero con menores anchos de banda (Vázquez, Baeza, & Herías, 2010).

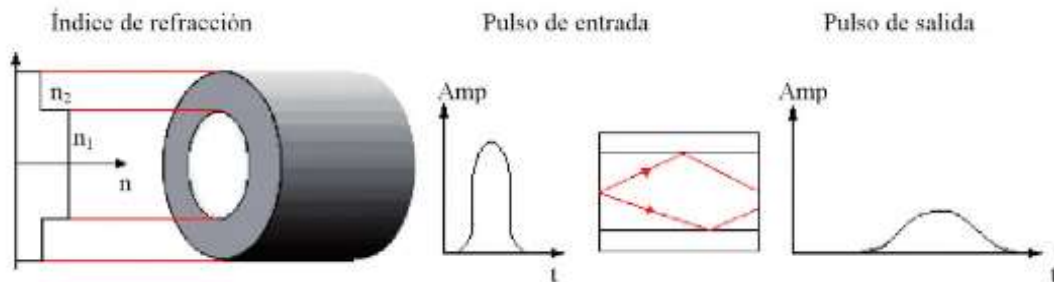


Figura 2.8: Fibra óptica multimodo de índice de salto.

Fuente: (Vázquez, Baeza, & Herías, 2010)

Fibra óptica multimodo de índice gradual, también se transmiten varios haces de luces simultáneos, con la cualidad de que todos ellos tiene una misma velocidad y llegan al destino al mismo tiempo. Es más costosa que la anterior y alcanza capacidades de ancho de banda mayores.

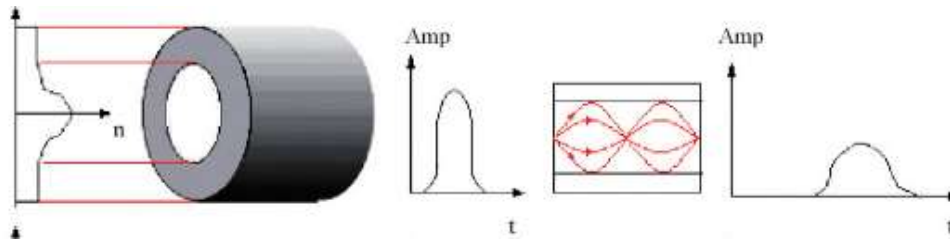


Figura 2.9: Fibra óptica multimodo de índice de gradual.

Fuente: (Vázquez, Baeza, & Herías, 2010).

2.3.4 Tipos de cables de fibra óptica.

Existen diversos tipos de cables de fibra óptica que serán utilizados según el desempeño que realizarán. Entre los principales cables de fibra óptica se tiene:

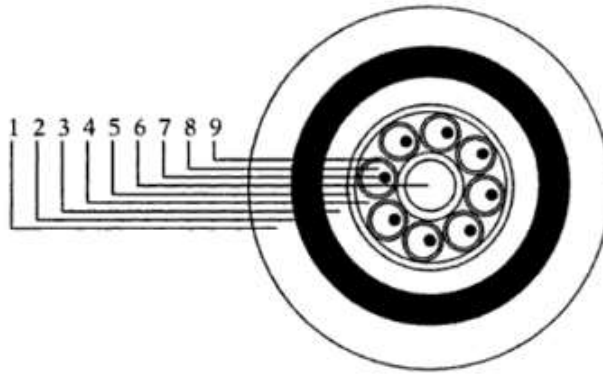
- Cable ADSS (auto-soportada)
- Cable submarino.
- Cable OPGW (cable óptico subterráneo).

2.3.4.1 Cable ADSS

Utilizado en estructuras aéreas donde normalmente se encuentran las redes de tendido eléctricas. Sus principales cualidades son las de soportar condiciones ambientales y climáticas. Su implementación se realiza con herramientas e implementos como soportes y abrazaderas especiales (Galván, 1997).

2.3.4.2 Cable submarino.

Como su nombre lo indica, es un cable que fue construido para permanecer sumergido en el mar y permitir conexiones incluso entre continentes. Internamente también lo integran cables con energía eléctrica que servirán para alimentar a los amplificadores. Una de sus principales desventajas es que imposibilita su mantenimiento (Galván, 1997).



1. Recubrimiento de polietileno de alta densidad.
2. Fibras de aramida para dar rigidez.
3. Camisa interna de polietileno.
4. Compuesto impermeable.
5. Recubrimiento del núcleo.
6. Elemento central.
7. Fibra óptica.
8. Compuesto de llenado.
9. Recubrimiento secundario.

Figura 2.10: Cable de fibra óptica ADSS y sus partes.

Fuente: (Galván, 1997)



Figura 2.11: Cable de fibra óptica submarino.

Fuente: (Universidad de Deusto, 2019)

2.3.4.3 Cable de fibra óptica OPGW (Cable Óptico Subterráneo).

Se podría decir que es una de las recomendaciones al momento de implementar un proyecto en planta externa ya que posee las protecciones suficientes para ser soterrado. Una de sus principales bondades es la mayor protección a la fibra en lo que a tracción y estiramiento se refiere (Galván, 1997).

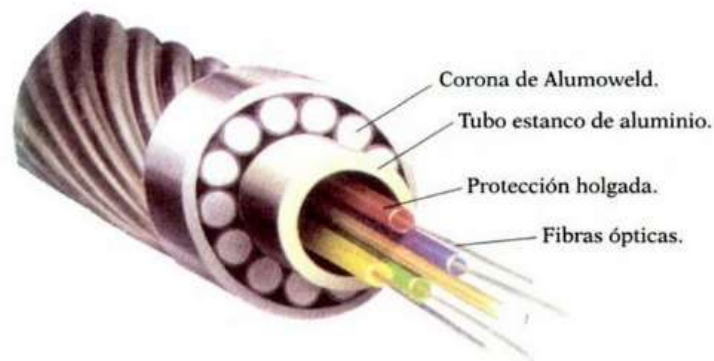


Figura 2.12: Cable de fibra óptica OPGW.

Fuente: (Galván, 1997)

2.4 Cabecera de una red de fibra óptica.

Por cabecera de una red se habla del núcleo de la red, donde se concentrará la mayor parte de equipos activos que serán los encargados de generar las señales a ser transmitidas hasta el usuario final.

Las principales partes que conforman una cabecera de red de fibra óptica son los switches, routers y el OLT (Optical Line Terminal), este último será el encargado de convertir las señales de tensión en pulsos de luz que posteriormente serán transmitidos a través de la red de fibra óptica.

En la figura 2.13 se puede apreciar la parte principal de la red donde se encuentran los enrutadores y conmutadores conectados para ofrecer el acceso al servicio de internet al usuario. En un nivel más abajo están el grupo de convertidores de señal de pulsos eléctricos a haces de luz que

serán transmitidos hasta la planta externa, en la que está el diseño de la red pasiva de fibra óptica conformada por los cables y splitters necesarios para llegar hasta el abonado.

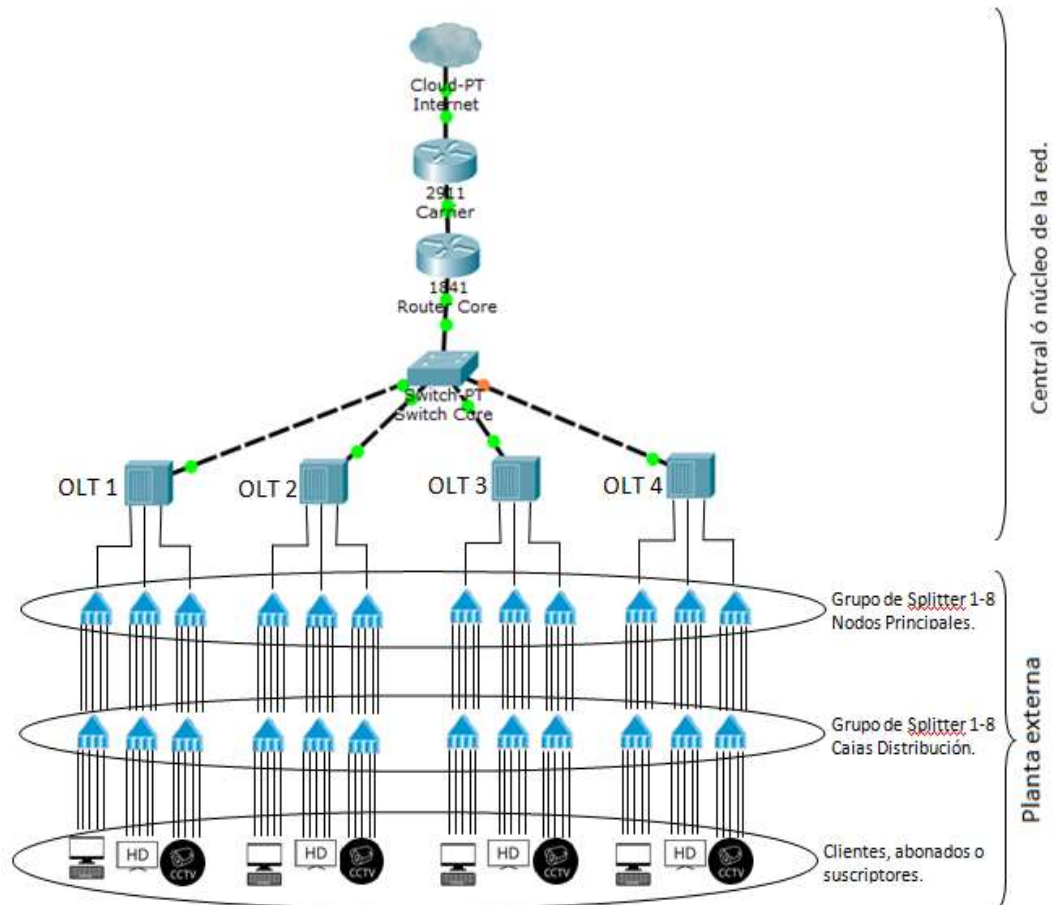


Figura 2.13: Esquema de una red de un proveedor de servicios.

Fuente: Autor.

2.4.1 Terminal de línea óptico (OLT)

El OLT, es el dispositivo encargado de recibir las señales eléctricas que envían los enrutadores y conmutadores a través de los cables coaxiales y convertirlos en pulsos óptico para ser transmitidos hasta el cliente por medio de la fibra óptica.

Dependiendo de las características del OLT, cada uno puede dar servicio a miles de usuarios, como por ejemplo el modelo GPON-OLT FD-1608GS, que posee las siguientes características:

- Cuatro puertos UpLink GigaEthernet.
- Cuatro puertos ópticos UpLink.
- Dos puertos 10G.
- Ocho puertos GPON, que soportan de 1 a 128 usuarios con capacidades de velocidades de hasta 2.5Gbps de bajada y 1.25Gbps de subida por cada puerto.



Figura 2.14: C-DATA GPON-OLT FD-1608GS.

Fuente: (CDATA, 8PORTS GPON OLT – FD1608GS, 2019)

2.4.2 Splitter para fibra óptica.

La principal función de este dispositivo es dividir las señales en N salidas según se requiera, es decir si desde el OLT se tiene una señal principal, se la divide en el primer nivel, o en las cajas llamadas nodos, para 8 y así tener en el siguiente nivel las cajas de distribución donde también se pone otro splitter para los abonados, lo que según el ejemplo, se tiene 8 nodos con 8 cajas cada uno dando un total de 64 clientes por cada puerto PON (Passive Optical Network).

Cada splitter según las especificaciones de construcción poseen las siguientes atenuaciones de la señal óptica:

Tabla 2.1: Características a considerar en los splitters.

Parámetros	1 x 2	1 x 4	1 x 8	1 x 16	1 x 32	1 x 64
Longitud de onda de funcionamiento (nm)	1260 ~ 1650					
Tipo de fibra	Especificado por el cliente					

Pérdida de inserción (dB) (grado S/P)	4,0/3,8	7,3/7,0	10,5/10,2	13,7/13,5	16,9/16,5	21,0/20,5
Uniformidad de pérdida (dB)	0,4	0,6	0,8	1,2	1,5	2,5
Pérdida de devolución (dB) (grado S/P)	50/55	50/55	50/55	50/55	50/55	50/55
Pérdida dependiente de la polarización (dB)	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4
Directividad (dB)	55	55	55	55	55	55
Pérdida dependiente de la longitud de onda (dB)	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5
Estabilidad de temperatura (-40 ~ 85 °C) (dB)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Temperatura de trabajo (°C)	-40 ~ 85					
Temperatura de almacenamiento (°C)	-40 ~ 85					
Dimensión del embalaje (mm) (LxWxH)	40 x 4 x 4	40 x 4 x 4	40 x 4 x 4	40 x 4 x 4	50 x 7 x 4	60 x 12 x 4

Fuente: (ALIBABA, 2018)

Como especifica el fabricante de los splitters según la tabla 2.1 las pérdidas de señal aumentan si es que se amplían las divisiones de la señal y esto se debe considerar para llegar con señal óptima al cliente.

2.4.3 Terminal de red óptica ONT.

Es el dispositivo que transforma la señal óptica que transporta la fibra en pulsos eléctricos que permitirán tener una conexión Ethernet en el domicilio del abonado.

Dependiendo las características, estos dispositivos pueden también tener la opción de WiFi, como por ejemplo el modelo FD600-511GW que es un ONU GPON de la compañía C-DATA que recibe la señal óptica y la convierte en Ethernet y también WiFi para el usuario final (CDATA, 1GE + WIFI GPON ONU – FD600-511GW, 2019). Otras características de este modelo son:

Tabla 2.2: Parámetros ONU GPON FD600-511GW C-DATA

ITEM	PARÁMETROS
INTERFAZ PON	1 Puerto GPON, estándar G.984.2. Velocidad de descarga de datos : 2.488Gbps. Velocidad de carga de datos : 1.244Gbps. SC/PC modo de conector. Pérdida de enlace 28dB. Distancia máxima 20Km.
INTERFAZ ETHERNET	1*10/100/1000M auto-negociación. Modo Full/half duplex . Conector RJ45. Distancia 100m .
INTERFAZ DE PODER	Fuente de poder de 12V DC.
PARAMETROS ÓPTICOS DEL PUERTO PON	Longitud de onda: Tx 1310nm, Rx1490nm Tx poder óptico: 0~5dBm Sensibilidad Rx: -28dBm Poder de saturación óptica: -8dBm Tipo de conector: SC Fibra óptica: 9/125µm fibra monomodo
PARÁMETRO DE TRANSMISIÓN DE	Tráfico de datos pon: Velocidad de descarga de datos :

DATOS	<p>2.488Gbps.</p> <p>Velocidad de carga de datos : 1.244Gbps.</p> <p>Ethernet: 100Mbps ó 1000Mbps</p> <p>Porción de pérdida de paquetes: <1*10E-12</p> <p>latencia: <1.5ms</p>
ADMINISTRACIÓN	<p>Vía OLT.</p> <p>Administración vía página web</p>
FUNCIONES DE ADMINISTRACIÓN	<p>Monitoreo de estado.</p> <p>Configuración de administración.</p> <p>Alarma de administración</p> <p>Registro de actividades.</p>
ESPECIFICACIONES FÍSICAS	<p>Dimensiones: 135mm(Largo)</p> <p>x90mm(ancho) x 30mm (altura)</p> <p>Peso : 0.2kg</p>
ESPECIFICACIONES AMBIENTALES	<p>Temperatura de operación: 0 a 50°C.</p> <p>Temperatura de almacenaje: -40 a 85°C.</p> <p>Operación humedad: 10% a 90%(no condensada).</p> <p>Humedad en almacenaje: 10% a 90%(no condensada).</p>

Fuente: (CDATA, 1GE + WIFI GPON ONU – FD600-511GW, 2019)

CAPÍTULO 3: DISEÑO DE UNA CABECERA DIGITAL PARA LA TRANSMISIÓN DE TV-CABLE POR MEDIO DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA

3.1 Diseño de la grilla de canales a ofrecer al abonado o suscriptor.

La grilla de canales, es el conjunto de canales que el proveedor de servicios ofrecerá al cliente o suscriptor, teniendo en cuenta que debe estar debidamente autorizada por el ente regulador. Es elaborada en base a criterios de comercialización, rating, popularidad, calidad y más factores que el proveedor de servicios debe tener en cuenta para atraer comercialmente a los usuarios.

En el caso de estudio que se está realizando se tomó en consideración incluir en esta grilla de canales lo siguientes:

Tabla 3.1: Grilla de canales a ofertar al usuario

CANAL (RECEPCIÓN SUSCRIPTOR)	NOMBRE	PAÍS DE ORIGEN	RECEPCIÓN	TIPO CANAL
2	ECUAVISA	ECUADOR	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
3	DIGITAL15	REPUBLICA DOMINICANA	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
4	RTS	ECUADOR	INTELSAT 34	LIBRE
5	TELEAMAZONAS	ECUADOR	INTELSAT 34	LIBRE
6	RTU	ECUADOR	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
7	ECUADOR TV	ECUADOR	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
8	GAMATV	ECUADOR	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
9	DESTINOS TV	COSTA RICA	SES 6	LIBRE
10	TC TELEVISION	ECUADOR	AIRE	LIBRE
11	CANELA TV	ECUADOR	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE

12	CANAL UNO	ECUADOR	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
13	OROMAR	ECUADOR	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
14	TELEVICENTRO	ECUADOR	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
15	ELCIUDADANO TV	ECUADOR	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
16	CITY TV	COLOMBIA	SES 6	LIBRE
17	RT	RUSIA	INTELSAT 21	LIBRE
18	CABLE NOTICIAS	COLOMBIA	SES 6	CODIFICADO
19	TELESUR	VENEZUELA	SES 6	LIBRE
20	TELEMICRO	REPUBLICA DOMINICANA	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
21	NUEVO MUNDO TELEVISION	HONDURAS	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
22	FOX SPORTS	ARGENTINA	INTELSAT 34	CODIFICADO
23	FOX SPORTS 2	ARGENTINA	INTELSAT 34	CODIFICADO
24	FOX SPORTS 3	ARGENTINA	INTELSAT 21	CODIFICADO
25	AM SPORTS	ARGENTINA	INTELSAT 11	LIBRE
26	GOLTV	ECUADOR	SES 6	CODIFICADO
27	BABY TV	ARGENTINA	INTELSAT 21	CODIFICADO
28	LA TELE	PERU	INTELSAT 34	LIBRE
29	NICK	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 21	CODIFICADO
30	NICK JR	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 21	CODIFICADO
31	NICK TOONS	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 21	CODIFICADO
32	DISCOVERY KIDS	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 11	CODIFICADO
33	MTV HITS	ARGENTINA	INTELSAT 21	CODIFICADO
34	MTV	ARGENTINA	INTELSAT 21	CODIFICADO
35	VH1 CLASICS	ARGENTINA	INTELSAT 21	CODIFICADO
36	RUMBA TV	COLOMBIA	SES 6	CODIFICADO
37	TV NOSTALGIA	COLOMBIA	SES 6	CODIFICADO
38	COMEDY CENTRAL	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 21	CODIFICADO
39	CANAL	HONDURAS	EUTELSAT	LIBRE

	CHOCOLATE		117 WEST A	
40	TELEMUNDO	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 21	CODIFICADO
41	AZMUNDO	MEXICO	INTELSAT 21	CODIFICADO
42	AZCLICK	MEXICO	INTELSAT 21	CODIFICADO
43	AZCORAZON	MEXICO	INTELSAT 21	CODIFICADO
44	PASIONES	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 34	CODIFICADO
45	COLORVISION	REPUBLICA DOMINICANA	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
46	MARIA VISION	MEXICO	INTELSAT 21	LIBRE
47	EWTN	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 21	LIBRE
48	ENLACETV	COSTARICA	INTELSAT 21	LIBRE
49	TVAGRO	COLOMBIA	SES 6	CODIFICADO
50	DTV	HONDURAS	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
51	DISCOVERY TURBO	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 21	CODIFICADO
52	DISCOVERY CHANNEL	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 11	CODIFICADO
53	NATGEO	ARGENTINA	SES 6	CODIFICADO
54	NATGEO WILD	ARGENTINA	INTELSAT 21	CODIFICADO
55	ANIMAL PLANET	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 11	CODIFICADO
56	INVESTIGATION DISCOVERY	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 11	CODIFICADO
57	INTI	ECUADOR	EUTELSAT 117 WEST A	CODIFICADO
58	HOGAR TV	COLOMBIA	SES 6	CODIFICADO
59	DISCOVERY HOME & HEALTH	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 11	CODIFICADO
60	TLC	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 21	CODIFICADO
61	FOX LIFE	ARGENTINA	SES 6	CODIFICADO
62	FOX CHANNEL	ARGENTINA	SES 6	CODIFICADO
63	FX MOVIES	ARGENTINA	INTELSAT 34	CODIFICADO
64	FX	ARGENTINA	SES 6	CODIFICADO
65	NAT GEO KIDS	ARGENTINA	SES 6	CODIFICADO

66	CINE CANAL	ARGENTINA	INTELSAT 34	CODIFICADO
67	PARAMOUNT	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 34	CODIFICADO
68	WALDIVISION	MEXICO	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
69	ATV	PERU	INTELSAT 34	LIBRE
70	ATV SUR	PERU	INTELSAT 34	LIBRE
71	CINE LATINO	MEXICO	INTELSAT 21	CODIFICADO
72	AZCINEMA	MEXICO	INTELSAT 21	CODIFICADO

Fuente: (TroncalNet S.A., 2018)

En la tabla 3.1 se observa el listado de los canales que serán ofertados con las siguientes características:

- Canal (Recepción del Suscriptor), es el número de canal que será programado para la recepción del suscriptor. Ha sido elaborada de tal manera que estén por grupos, es decir, los canales nacionales, informativos ó noticias, deportes, infantiles, musicales, dramas o novelas, religiosos, de investigación, variedades y películas.
- País de Origen, es el país al cual pertenece el canal.
- Recepción, el nombre del satélite del cual se recibe la señal del canal.
- Tipo de canal, puede ser libre o codificado.

Cabe recalcar que es la grilla de canales que fue aceptada por el ente regulador que proporcionó el permiso para comercializar estos canales.

3.2 Satélites de Recepción

La recepción satelital permite tener una conexión desde cualquier lugar del planeta y un número indefinido de usuarios, el cual permitirá tener conexión con un extenso grupo de canales según sea el caso.

Los satélites se encuentran ubicados de manera geoestacionaria, a una altura de treinta y seis mil kilómetros del planeta tierra. La recepción se la realiza con antenas de recepción que reflejan la señal del satélite al foco

de recepción de la antena. Luego la señal es transmitida por un cable coaxial.

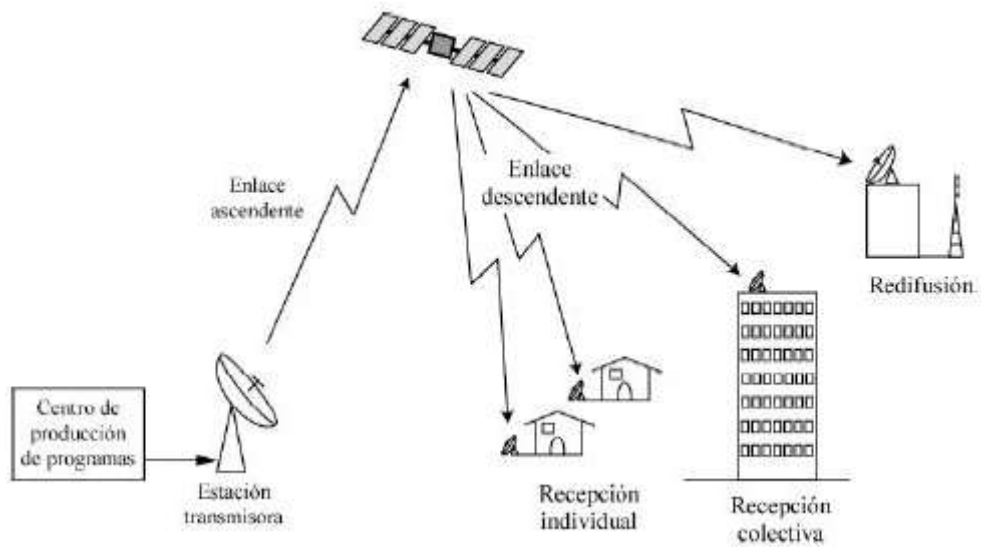


Figura 3.15: Esquema de una conexión de tv satelital.

Fuente: (Portaleds Satelites, 2019)

En la figura 3.1 se puede observar como el enlace satelital se establece desde el emisor de señal o telepuerto hacia el satélite y desde el satélite hasta los diferentes receptores, que pueden ser casas, empresas ó proveedores de servicios que retransmitirán las señales.

3.2.1 Bandas en los enlaces satelitales.

La clasificación de las bandas satelitales depende de las frecuencias a las cuales van a emitir sus señales para que los receptores puedan recibir los datos. Aquellas señales que son enviadas desde la tierra al satélite se denominan bandas ascendentes y lo contrario son bandas descendentes (Castro, 2013).

<i>Banda</i>	<i>Frecuencia [GHz]</i>
C	3,4 a 8,4
Ku	12,4 a 18
K	18 a 26,5
Ka	26,5 a 40

Figura 3.2: Bandas Satelitales.

Fuente: (Castro, 2013)

3.2.2 Satélites que se utilizan para la recepción.

Para la empresa que se ha elaborado el presente proyecto se realizó la conexión a los siguientes satélites:

Tabla 3.2: Satélites para las señales

SATELITE	BANDAS	EMPRESA	TRANSPONDERS	LANZAMIENTO	COBERTURAS
INTELSAT 11	C/KU	INTELSAT	16 C, 18 KU	05/10/2007	AMÉRICA Y EUROPA C, BRASIL KU
INTELSAT 21	C/KU	INTELSAT	24 C, 36 KU	19/08/2012	AMÉRICA Y EUROPA C, BRASIL KU
EUTELSAT 117	C/KU	EUTELSAT AMERICAS	24C, 40KU	26/03/2013	AMERICA C, AMERICA KU, AMERICA DEL SUR KU
SES 6	C/KU	SES	43C, 48KU	03/06/2013	AMÉRICA Y EUROPA C, BRASIL KU, ANDES KU
INTELSAT 34	C/KU	INTELSAT	24 C, 24 KU	20/08/2015	AMÉRICA Y EUROPA C, BRASIL KU

Fuente: (Portaleds Satelites, 2019)

Una vez establecidos los satélites de los cuales se va a recibir la señal de las portadoras de los canales de televisión a ofertar, se procede a la configuración de los receptores necesarios para la configuración de cada uno de los canales que se ofertarán al público.

3.3 Receptores de las señales satelitales.

Son los equipos encargados de convertir las ondas satelitales en señales de audio y video, que se conectarán a un mezclador de señales o directamente a un televisor según sea el caso.

Para este caso de estudio las portadoras de señales serán las que ponen las directrices acerca de cuál es el receptor pertinente para ciertas señales que se tiene que adquirir.

Los siguientes son las marcas de receptores necesarios para la recepción de los canales que se van a ofertar, y los canales que van a recibir y transmitir:

Tabla 3.3: Receptor CISCO D9800

CANAL (RECEPCIÓN SUSCRIPTOR)	NOMBRE	PAÍS DE ORIGEN	RECEPCIÓN	TIPO CANAL
22	FOX SPORTS	ARGENTINA	INTELSAT 34	CODIFICADO
23	FOX SPORTS 2	ARGENTINA	INTELSAT 34	CODIFICADO
29	NICK	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 21	CODIFICADO
30	NICK JR	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 21	CODIFICADO
31	NICK TOONS	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 21	CODIFICADO
33	MTV HITS	ARGENTINA	INTELSAT 21	CODIFICADO
34	MTV	ARGENTINA	INTELSAT 21	CODIFICADO
35	VH1 CLASICS	ARGENTINA	INTELSAT 21	CODIFICADO
38	COMEDY CENTRAL	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 21	CODIFICADO
53	NATGEO	ARGENTINA	SES 6	CODIFICADO
61	FOX LIFE	ARGENTINA	SES 6	CODIFICADO
62	FOX CHANNEL	ARGENTINA	SES 6	CODIFICADO
63	FX MOVIES	ARGENTINA	INTELSAT 34	CODIFICADO
64	FX	ARGENTINA	SES 6	CODIFICADO

65	NAT GEO KIDS	ARGENTINA	SES 6	CODIFICADO
66	CINE CANAL	ARGENTINA	INTELSAT 34	CODIFICADO

Fuente: (TroncalNet S.A., 2018)

Tabla 3.4: Receptor CISCO D9859

CANAL (RECEPCIÓN SUSCRIPTOR)	NOMBRE	PAÍS DE ORIGEN	RECEPCIÓN	TIPO CANAL
27	BABY TV	ARGENTINA	INTELSAT 21	CODIFICADO
51	DISCOVERY TURBO	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 21	CODIFICADO
52	DISCOVERY CHANNEL	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 11	CODIFICADO
55	ANIMAL PLANET	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 11	CODIFICADO
56	INVESTIGATION DISCOVERY	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 11	CODIFICADO
59	DISCOVERY HOME & HEALTH	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 11	CODIFICADO
60	TLC	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 21	CODIFICADO

Fuente: (TroncalNet S.A., 2018)

Tabla 3.5: Receptor CISCO D9865

CANAL (RECEPCIÓN SUSCRIPTOR)	NOMBRE	PAÍS DE ORIGEN	RECEPCIÓN	TIPO CANAL
26	GOLTV	ECUADOR	SES 6	CODIFICADO
32	DISCOVERY KIDS	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 11	CODIFICADO
44	PASIONES	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 34	CODIFICADO
54	NATGEO WILD	ARGENTINA	INTELSAT 21	CODIFICADO

Fuente: (TroncalNet S.A., 2018).

Tabla 3.6: Receptor MOTOROLA DSR-4460

CANAL (RECEPCIÓN SUSCRIPTOR)	NOMBRE	PAÍS DE ORIGEN	RECEPCIÓN	TIPO CANAL
40	TELEMUNDO	ESTADOS UNIDOS	INTELSAT 21	CODIFICADO

Fuente: (TroncalNet S.A., 2018)

Tabla 3.7: WELAV UMH160R

CANAL (RECEPCIÓN SUSCRIPTOR)	NOMBRE	PAÍS DE ORIGEN	RECEPCIÓN	TIPO CANAL
41	AZMUNDO	MEXICO	INTELSAT 21	CODIFICADO
42	AZCLICK	MEXICO	INTELSAT 21	CODIFICADO
43	AZCORAZON	MEXICO	INTELSAT 21	CODIFICADO
72	AZCINEMA	MEXICO	INTELSAT 21	CODIFICADO

Fuente: (TroncalNet S.A., 2018)

Tabla 3.8: Receptor GLOBAL MEDIA YH8289

CANAL (RECEPCIÓN SUSCRIPTOR)	NOMBRE	PAÍS DE ORIGEN	RECEPCIÓN	TIPO CANAL
18	CABLE NOTICIAS	COLOMBIA	SES 6	CODIFICADO
36	RUMBA TV	COLOMBIA	SES 6	CODIFICADO
37	TV NOSTALGIA	COLOMBIA	SES 6	CODIFICADO
57	INTI	ECUADOR	EUTELSAT 117 WEST A	CODIFICADO
58	HOGAR TV	COLOMBIA	SES 6	CODIFICADO

Fuente: (TroncalNet S.A., 2018)

La mayoría de los receptores antes mencionados soportan la transmisión de los canales a través del protocolo IP por difusión Multicast por lo que se utilizará adicionalmente un switch multicast para la interconexión de los canales con el Ip QAM.

Para aquellos receptores que entregan la señal por audio y video convencional se utilizará un ENCODER AV TO IP.

3.4 DVB-S/S2 IP Gateway

Es un receptor de cabecera digital con múltiples entradas cuyas salidas son agrupadas en un puerto de red para conectarse a una cabecera de TV Digital.

Para este caso de estudio serán receptadas doce señales satelitales de uso libre y comercializadas.

Tabla 3.9: Canales Receptados con el DVB-S/S2 IP GATEWAY

CANAL (RECEPCIÓN SUSCRIPTOR)	NOMBRE	PAÍS DE ORIGEN	RECEPCIÓN	TIPO CANAL
3	DIGITAL15	REPUBLICA DOMINICANA	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
6	RTU	ECUADOR	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
7	ECUADOR TV	ECUADOR	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
8	GAMATV	ECUADOR	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
9	DESTINOS TV	COSTA RICA	SES 6	LIBRE
11	CANELA TV	ECUADOR	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
13	OROMAR	ECUADOR	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
14	TELEVICENTRO	ECUADOR	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
15	ELCIUDADANO TV	ECUADOR	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
16	CITY TV	COLOMBIA	SES 6	LIBRE
17	RT	RUSIA	INTELSAT 21	LIBRE
19	TELESUR	VENEZUELA	SES 6	LIBRE
20	TELEMICRO	REPUBLICA DOMINICANA	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE
21	NUEVO MUNDO TELEVISION	HONDURAS	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE

28	LA TELE	PERU	INTELSAT 34	LIBRE
39	CANAL CHOCOLATE	HONDURAS	EUTELSAT 117 WEST A	LIBRE

Fuente: (TroncalNet S.A., 2018)

Como se puede visualizar en la tabla 3.9, hay 16 canales que son receptados con el DVB-S/S2, los mismos que serán agrupados en el IP-QAM y transmitidos hacia la red de planta externa para su comercialización.

3.5 Codificador de audio-video a IP

Es un codificador de señales de audio y video hacia la salida IP, es decir que aquellos receptores de canales que entreguen las señales de salida por medio de audio y video tradicional serán conectados a este equipo para ser encapsulados y transportados por IP. El codificador cuenta con 16 entradas de audio y video, es decir serán 16 los canales que pueda transmitir por IP.

3.6 Modulador IP-QAM



Figura 3.3: Bandas Satelitales.

Fuente: (Alibaba, 2019)

Este modulador cuenta con 16 canales de modulación que serán transmitidos por una salida RF (50 MHz - 960MHz), que son sus características principales.

Adicionalmente cuenta con:

* 3 puertos GE (máx. 512 IP en): Puertos bidireccionales Data1 y Data2

- * Max 840Mbps para cada entrada de GE
- * Soporte para sistema de aleatorización general DVB (ETR289), estándares de simulcrypt ETSI 101 197 y ETSI 103 197
- * Soporta 16 salidas IP a través de Data1 y Data2 sobre UDP / RTP / RTSP
- * 16 salidas de portadoras QAM no adyacentes
- * Soporte de gestión de red basada en web

Se podría mencionar que este es uno de los equipos más importantes en una cabecera de TV Digital, ya que es el encargado de agrupar los canales que están siendo receptados en el switch multicast y de ahí agrupados y configurados con los canales, que según la programación, serán entregados al cliente o usuario final.

La salida del IP QAM que se realiza por medio de señales RF, puede ser conectada a una red de planta externa de cobre directamente, o se puede transformar esta salida a señales ópticas, por medio de un transmisor óptico, y enviadas a la red de planta externa de fibra óptica, según sea el caso. Para este caso de estudio las señales serán enviadas por medio de una red de planta externa de fibra óptica.

3.7 Transmisor Óptico



Figura 3.4: Transmisor Óptico.

Fuente: (Alibaba, 2019)

El transmisor óptico tendrá la principal función de transformar las señales RF del IP QAM y serán convertidas en señales ópticas que se transportarán por medio de una red de fibra óptica hasta llegar al abonado.

La principal ventaja que se tiene al transmitir la señal de TV por una red de fibra óptica, es que la red de planta externa es pasiva, es decir, no se necesita equipos amplificadores intermedios por lo menos en un rango de 20Km. Las características principales del transmisor óptico son:

Tabla 3.3: Datos Técnicos del Transmisor Óptico.

Los datos técnicos	WS-16LT50XX
Longitud de onda	1550nm±15nm
Óptico potencia de salida	3-10dBm
Tipo de láser	DFB láser
Óptica, modo de ajuste	Directa óptica del Reglamento
Conector óptico	SC/APC y SC/UPC
De nivel de entrada	75 ~ 95 dBuV
RF AGC rango de Control	± 10dB
Ancho de banda	47 ~ 862 y 1080 MHz
Planitud	±0! 75dB
MGC rango ajustable	0 ~ 15dB
RF impedancia	75Ω
De entrada RF pérdida de retorno	≥16dB
CNR	≥51dB
CTB	≥65dB
Las OSC	≥60 dB
Tensión de trabajo	AC220V (160 ~ 265 V) y DC48V (35 ~ 72 V)
El consumo de	<10 W
¿Temperatura de trabajo?	-5°C ~ + 55°C
La humedad relativa	Máximo 95%, sin condensación
Tamaño neto	423X330X45mm
Tamaño de embalaje de la unidad	575X488X89mm
¡N.W!	4kgs
¿Caja de cartón G.W?	12 kg (2 unidades)

Fuente: (Alibaba, 2019)

3.8 Representación gráfica del diseño de una cabecera digital para la transmisión de tv-cable por medio de una red de fibra óptica

Como se muestra en la figura 3.5, las señales satelitales son receptadas por medio de decodificadores en la oficina central donde son agrupadas y organizadas en un IP-QAM y a su vez transmitidas por medio de los EDFA (Amplificadores de Fibra Dopada con Erbium) a los usuarios o abonados a través de una red de planta externa de fibra óptica.

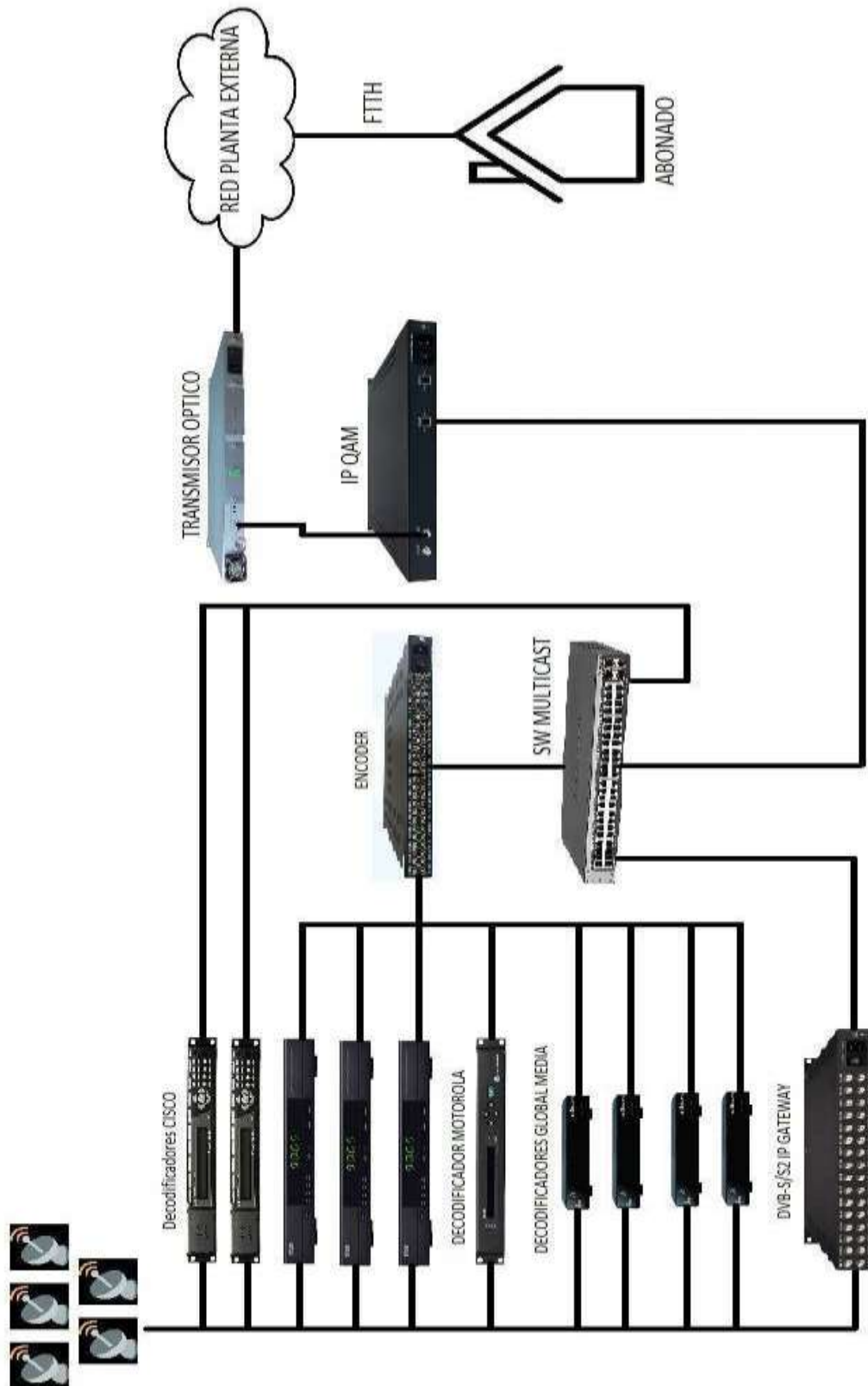


Figura 3.5: Diseño De Una Cabecera de TVCable Digital.

Fuente: (TroncalNet S.A., 2018)

3.9 Propuesta Económica

En este apartado se tomó en cuenta propuestas económicas extranjeras y locales donde se consideró las mejores opciones económicas, coberturas de garantías y futuras asesorías técnicas que se requieran para la configuración de los equipos necesarios.

Los equipos necesarios para una futura implementación de este diseño son tomados en cuenta con la posibilidad de que el crecimiento no sea una limitante para el proveedor del servicio.

3.10 Presupuesto

Tabla 3.11 Presupuesto

ITEM	CANTIDAD	EQUIPOS	DESCRIPCION	COSTO	TOTAL
1	2	MODULADORES WOLCK ANALOGOS *24	DEL 2 AL 46	\$1450	\$2900
2	1	MODULADOR DIGITAL ISDBT	SEÑAL DIGITAL	\$3500	\$3500
3	1	OLT ZTE C320 32 PORTS GPON	OLT PARA INTERNET	\$3200	\$3200
4	1	EDFA 32 PORTS * 23DB	CATV	\$3980	\$3980
5	1	SWITCH MULTICAST	NETGEAR	\$520	\$520
6	1	DVB-S2 MULTITURNET 12RF	RECEPTOR DE SEÑALES SALIDA IP	\$2100	\$2100
7	1	DECODER CISCO 9800 FOX	FOX * 08 SEÑALES	\$8500	\$8500
8	1	DECODER CISCO 9865 FOX	FOX LIFE, FOX SPORTS3, NATGEO WILD	\$1100	\$1100
10	45	DECODER SKYSAT	CANALES ANALOGOS	\$150	\$6750
11	1	ROUTER MIKROTIK 1016	CORE	\$1300	\$1300
12	1	SW GIGABYTE	CORE	\$250	\$250
13	10	COMBINADORES ALTA FRECUENCIA	PARA BAJADAS SATELITALES	\$25	\$250
14	1	TRANSMISOR OPTICO 1550	CONEXIÓN AL EDFA	\$2500	\$2500
15	1	MINIBRIGET MOTOROLA	AMPLIFICACION Y CALIBRACION CABECERA	\$1250	\$1250
16	5	ARMADO DE ANTENAS	INSTALACION DE ANTENAS	\$250	\$1250
17	1	INSTALACION Y	INSTALACION	\$2500	\$2500

		CALIBRACION DE EQUIPOS ANALOGOS	CABECERA ANALOGO		
18	1	INSTALACION Y CALIBRACION DE EQUIPOS DIGITALES	INSTALACION CABECERA DIGITAL	\$2500	\$2500
				TOTAL	\$44350

Fuente: (TroncalNet S.A., 2018)

CONCLUSIONES

La orientación del presente trabajo de titulación fue explicar la mejor opción para diseñar una oficina central de un proveedor de servicios de televisión por suscripción, donde se optó por recomendar una cabecera que la mayor parte de la misma sea digital para obtener el mejor rendimiento y escalabilidad a futuro, pudiendo así llegar a ofrecer un servicio de tv-cable de calidad al consumidor a través de la red de fibra óptica ya operativa del prestador de servicios.

Se realizó la búsqueda de equipamiento capaz de realizar la recepción de las señales satelitales procesarlas y entregarlas al usuario de manera eficaz con calidad visual y auditiva.

Basados en la mejor experiencia del usuario se recomienda una grilla de canales que en el inicio de operaciones de un prestador de servicio sea competitiva y llamativa a los potenciales clientes del sector, misma que se propone en el proyecto.

Según lo descrito y dado a que son equipos administrables a través del protocolo de internet (IP), permitirá tener un sistema escalable de muy buena rentabilidad para el futuro.

RECOMENDACIONES

Previo al diseño del sistema que va a prestar el servicio de tv-cable en una localidad definida se debe tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El prestador del servicio deberá cumplir con los requisitos descritos por el ente regulador estatal para poseer el respectivo título habilitante y poder prestar el servicio a los abonados.
- La grilla de canales que se ofrece es opcional y está sujeta a cambios según como creyera conveniente el cable operador y seleccionara los canales que mejor favorezca a sus intereses.
- Las recepciones de las señales satelitales deberán estar en los rangos recomendados por los emisores de las mismas para que no surjan inconvenientes futuros.
- El equipamiento mencionado en este documento deberá contar con las certificaciones y garantías correspondientes para así tener respaldos no solo del dispositivo físico sino también del software.
- Debido al crecimiento y migración hacia las señales ópticas recomiendo considerar puertos de reserva para un futuro crecimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALIBABA. (2018). *www.alibaba.com/product-detail/The-Factory-Direct-Sell-High-Quality_60255835543.html*. Obtenido de www.alibaba.com/product-detail/The-Factory-Direct-Sell-High-Quality_60255835543.html
- Alibaba. (2019). *16 CH QAM Outputs IP MUX Scrambling DVB-C Digital Modulator*. Obtenido de https://www.alibaba.com/product-detail/16-CH-QAM-Outputs-IP-MUX_62020207478.html
- Alibaba. (2019). *China supplier 1550nm catv optical transmitter with dual power supply*. Obtenido de www.alibaba.com/product-detail/China-supplier-1550nm-catv-optical-transmitter_60619772620.html
- Araguz, Á. (s.f.). *Equipos de Imagen*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/equiposdeimagengmfp/1-transmision-de-television/funcionamiento-de-la-tv-satelite>
- Ariganello, E. (2016). *REDES CISCO. Guía de estudio para la certificación CCNA Routing and Switching. 4ta edición actualizada*. RA-MA.
- Castro, A. (2013). *Comunicaciones - Una introducción a las redes digitales de transmisión de datos y señales isócronas*. Buenos Aires: Alfaomega .
- CDATA. (2019). *1GE + WIFI GPON ONU – FD600-511GW*. Obtenido de <http://cdatatec.com/product-item/1ge-wifi-gpon-onu-fd600-511gw/#tab-id-2>
- CDATA. (2019). *8PORTS GPON OLT – FD1608GS*. Obtenido de <http://cdatatec.com/product-item/8pon-gpon-olt-fd1608gs/>
- Darín, J. (2016). *Fundamentos de Redes Informáticas: 2da Edición*. IT Campus Academy.
- GAD Del Cantón LaTroncal. (2018). *GAD Del Cantón La Troncal - Ciudad*. Obtenido de <http://www.latroncal.gob.ec>
- Galván, J. (1997). *Transporte de la Energía Eléctrica: Líneas Aéreas a M.A.T. y C.A.* Madrid, España: Universidad Pontífica Comillas.

- ITU. (2018). *G.652 : Características de las fibras y cables ópticos monomodo*. Obtenido de Unión Internacional de Telecomunicaciones: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.652/es>
- Paz, G. M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Grupo Editorial Patria.
- Portaleds Satelites. (2019). *www.portaleds.com*. Obtenido de <https://www.portaleds.com/satelites/index.php>
- RedUsers. (2010). *Redes Cisco. Instalación y configuración de Hardware y Software*. Argentina: UserShop.
- TroncalNet S.A. (2018). *TroncalNet Internet + TV-Cable*. Obtenido de <http://troncal.net>
- Universidad de Deusto. (2019). *Aplicaciones Multidisciplinarias de las TIC*. Obtenido de <https://blogs.deusto.es/aplicaciones-tic/6600-kilometros-de-cable-submarino/>
- Vázquez, P., Baeza, J., & Herías, F. (2010). *Redes y Transmisión de Datos*. Alicante: Universidad de Alicante.

GLOSARIO

LAN: Local Area Network

MAN: Metropolitan Area Network

WAN: Wide Área Network

FTTH: Fiber To The Home

ATM: Asynchronous Transfer Mode

VLAN: Virtual Local Area Network

GPON: Gigabit-capable Passive Optical Network

ONU: Optical network Unit

IP QAM: Internet Protocol Quadrature Amplitude Modulation

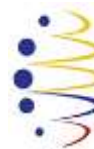
UDP: User Datagram Protocol

RTP: Real Time Transport Protocol

RF: Radio Frecuencia

IP: Internet Protocol

EDFA: Erbium Doped Fiber Amplifier



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Rodríguez Quinteros Wilfrido Damián**, con C.C: # 092390471-8 autor del trabajo de titulación: **Diseño de una cabecera digital para la transmisión de tv-cable por medio de una red de fibra óptica existente, permitiendo que la señal de internet y tv-cable coexistan en la misma red**, previo a la obtención del título de **Magíster en Telecomunicaciones** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

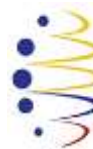
2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **6 de marzo del 2020**

f. _____

Nombre: **Rodríguez Quinteros Wilfrido Damián**

C.C: **0923904718**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Diseño de una cabecera digital para la transmisión de tv-cable por medio de una red de fibra óptica existente, permitiendo que la señal de internet y tv-cable coexistan en la misma red.		
AUTOR(ES)	Wilfrido Damián, Rodríguez Quinteros		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	MSc. Luis Córdova Rivadeneira/MSc. Miguel Heras Sánchez/ MSc. Romero Paz Manuel		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Sistema de Posgrado		
CARRERA:	Maestría en Telecomunicaciones		
TÍTULO OBTENIDO:	Magíster en Telecomunicaciones		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	6 de marzo del 2020	No. DE PÁGINAS:	44
ÁREAS TEMÁTICAS:	Tipos de Red, Satélites de Recepción, Codificador de audio-video a IP, Transmisor Óptico		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Tv-cable, Fibra, Infraestructura, Señales, Grilla, Planta Externa		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>En el presente documento se encuentra el diseño de una cabecera digital para la transmisión de tv-cable por medio de una red de fibra óptica existente. Esta describe una breve explicación del funcionamiento de cada uno de los equipos que intervienen en la infraestructura desde la recepción de las señales satelitales hasta la transmisión de las mismas a través de la red de fibra óptica de planta externa. Se plantea también un ejemplo de una grilla de canales que podría ser utilizada en un sistema prestador de servicios con canales atractivos al consumidor y se detallan los equipos necesarios para la recepción de dichas señales que pueden ser objeto de implementación en un sistema de tv-cable funcional. Finalmente se realiza una propuesta económica de lo que podría llegar a costar la implementación de una cabecera digital para la transmisión de tv-cable por medio de una red de fibra óptica.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-9-82450062	E-mail: wilo@troncal.net	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Rodríguez Quinteros, Wilfrido Damián		
	Teléfono: +593-994606932		
	E-mail: manuel.romero@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			