

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE ELECTRÓNICA Y**  
**TELECOMUNICACIONES**



Informe de Pasantía Realizado en la Empresa Cotel La Paz

**“MANTENIMIENTO TÉCNICO EN EL DEPARTAMENTO  
DE TRANSMISIÓN, ENERGÍA Y LABORATORIO”**

Pasantía presentada para obtener el grado de Técnico Universitario Superior

**POR: MARCA ASPI NEYDA MARGARET**

**TUTOR: LIC. JAVIER NICOLÁS YUJRA TARQUI**

LA PAZ - BOLIVIA

Marzo, 2021

**Dedicatoria:**

*Este trabajo lo dedico a mis padres  
Juan y Natalia por el apoyo  
incondicional durante los años de  
estudio.*

*A Lorena Chávez por ser la luz de  
mi vida.*

**Agradecimiento:**

*Al Lic. Javier Yujra por su colaboración desinteresada por llevar adelante esta defensa de pasantía.*

*A la facultad de tecnología en especial a la Carrera de Electrónica y telecomunicaciones, al Director de carrera y todos mis docentes formadores por permitirme dar un paso más en mi formación profesional.*

# ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I</b>	<b>Pág.</b>
<b>MARCO INSTITUCIONAL</b>	
1.1 Introducción .....	1
1.2 Descripción de las actividades generales de la Institución .....	1
1.2.1 Antecedente .....	1
1.3 Misión.....	5
1.4 Vision .....	6
1.5 Nuestros Objetivos .....	6
1.6 Nuestra Responsabilidad .....	6
1.7 Servicios y Competencias.....	6
1.7.1 Telefonía-Características Del Servicio .....	7
1.7.2 Cotel Tv- Características .....	7
1.7.3 Cotel Banda Ancha – Características.....	7
1.7.4 Triple Play .....	8
1.8 Localización Institucional .....	9
1.9 Estructura orgánica de la empresa .....	10
1.9.1 Estructura del área operativa en la que se realizó la pasantía.....	11

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

2.1	Introducción .....	14
2.2	Área Catv Cabecera .....	14
2.2.1	Que es una Red de Catv .....	14
2.2.2	Estructura de una Red HFC .....	15
2.2.2.1	La cabecera .....	16
2.2.2.2	La red troncal .....	16
2.2.2.3	La red de distribución .....	16
2.2.2.4	La acometida .....	16
2.2.3	Estructura Funcional de Red Catv en COTEL.....	18
2.2.3.1	Cabecera - HEADEND.....	18
2.2.4	Canal de Televisión.....	20
2.2.4.1	Característica de un Canal De Tv.....	21
2.2.5	Cables de Fibra Óptica .....	22
2.2.5.1	Estructura de Fibra Óptica .....	23
2.2.5.2	Tipos De Fibra Óptica.....	23
2.2.5.2.1	Fibra Multimodo.....	23
2.2.5.2.2	Fibra Monomodo .....	24
2.2.5.3	Red Troncal Óptica .....	25
2.2.6	Hubs .....	27

2.2.7 Nodos Ópticos .....	29
2.2.8 Cables .....	30
2.2.8.1 Coaxiales - Consideraciones Generales .....	30
2.2.9 Definiciones Relativas A Los Cables Coaxiales .....	30
2.2.9.1 Impedancia Característica (Ohm) .....	31
2.2.9.2 Impedancia de Transferencia (Miliohm/M).....	31
2.2.9.3 Capacidad (pf/m) .....	31
2.2.9.4 Velocidad de Propagación (%) .....	31
2.2.9.5 Atenuación (dB/100m) .....	31
2.2.9.6 Potencia Transmisible (W) .....	31
2.2.9.7 Tensión de Ejercicio (kV).....	32
2.2.9.8 Conductor Central de Cobre Electrolítico .....	32
2.2.9.9 Aislante .....	32
2.2.9.10 Conductor Externo .....	33
2.2.9.11 Cubierta Externa .....	33
2.2.9.12 Elementos Autoportantes .....	34
2.2.9.13 Elección Del Cable Coaxial .....	34
2.2.9.14 Cables Flexibles .....	34
2.2.9.15 Cables Semiflexibles .....	35
2.2.9.16 Conectores de Cable Coaxial .....	36
2.2.10 Equipamiento de La Red Exterior .....	36
2.2.10.1 Equipos Activos .....	36
2.2.10.1.1 Amplificadores .....	36

2.2.10.2 Equipos Pasivos .....	38
2.2.10.2.1 Divisor o Splitters .....	39
2.2.10.2.2 Acopladores Direccionales .....	39
2.2.10.2.3 Tap .....	40
2.3 Digitalización Parcial de la Grilla de CATV .....	42
2.3.1 Esquema Actual Cabecera Cotel Tv .....	42
2.3.2 Espectro de Frecuencia de la Red CATV COTEL .....	43
2.3.3 Consideraciones para Digitalización Parcial de la Grilla de CATV .....	43
2.3.4 Equipamiento Requerido para la Digitalización .....	45
2.3.4.1 Equipamiento para Cabecera .....	45
2.3.4.2 Equipamiento para Usuario .....	46
2.3.4.3 Digitalización Completa de la Cabecera con Adición de Canales Premium .....	46
2.3.5 Instalación de Equipo STB en Usuario .....	47
2.3.6 Digitalización Parcial, “Canales Premium “ .....	49
2.4 Norma de Digitalización Internacional ISDB-T .....	47
2.4.1 Receptor TV, decodificadores y receptores móviles .....	50
2.4.2 Compresión de vídeo y audio .....	52
2.4.3 Transmisión .....	52
2.4.4 ISDB-S .....	52
2.4.5 ISDB-C .....	52
2.4.6 ISDB-Tsb .....	54
2.4.7 ISDB-Tmm .....	53
2.4.8 ISDB-Tb .....	54

## **CAPÍTULO III**

### **DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA PASANTÍA EN LA EMPRESA**

3.1 Introducción .....	56
3.2 Sección de CATV- Cabecera .....	60
3.3 Transmisión Urbana y Rural .....	63
3.4 Energía Y Laboratorio .....	71

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1 Conclusiones .....	81
4.2 Recomendaciones .....	82

## RESUMEN

El presente documento muestra las experiencias vividas durante el periodo de más de 3 meses del año 2019 en la Empresa de Telecomunicaciones La Paz COTEL específicamente en el departamento de CATV y Transmisión Rural, Donde se pudieron analizar los fundamentos teóricos adquiridos en la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, ayudando a entender el funcionamiento de todo el equipo tecnológico en las diferentes áreas de trabajo de dicha empresa.

A continuación daremos un breve resumen de cada capítulo que forma parte de del presente documento:

**Primer Capítulo:** En el primer capítulo encontraremos toda información sobre la institución como ser antecedentes de la institución, forma de organización, competencias en el mercado, etc.

**Segundo Capítulo:** En este capítulo se introducirán los conceptos más relevantes y necesarios para entender el funcionamiento y desarrollo de cada sección donde se realizó la pasantía.

**Tercer Capítulo:** En este capítulo mencionaremos todo el trabajo que se realiza en la cooperativa, todas las experiencias adquiridas y demás actividades realizadas durante el periodo de pasantía.

**Cuarto Capítulo:** En este capítulo realizaremos un breve análisis de los objetivos alcanzados, todo lo que se logró absorber con la experiencia adquirida, además de mencionar algunas observaciones para que en un futuro experiencias como estas sean de mayor provecho para los estudiantes de nuestra carrera.

# CAPÍTULO I

## MARCO INSTITUCIONAL

### 1.1 Introducción

Con la finalidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos en la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones de la Facultad de Tecnología se realizó la pasantía como modalidad de titulación de Nivel Técnico Universitario Superior en la Empresa de Telecomunicaciones La Paz (COTEL), que es una de las empresas más antiguas dedicadas a las telecomunicaciones. °

COTEL está formado por muchos departamentos organizados de manera adecuada para brindar un servicio eficiente a la Sociedad.

La cooperativa cuenta con varios departamentos distribuidos en la parte administrativa, comercial y técnica, dentro del área técnica, podemos mencionar:

- Departamento de Redes de Acceso
- Departamento de Cables
- Departamento de Planta Interna
- Departamento de Transmisión, Energía y Laboratorio

### 1.2 Descripción de las actividades generales de la Institución

#### 1.2.1 Antecedentes

La historia de la telefonía en la paz se remonta a la primera década del siglo XX, cuando un grupo de “notables” paceños, enterados de los grandes adelantos tecnológicos de la

época, se propusieron dotar a la naciente sede de gobierno de la primera red telefónica del país.

Tuvieron que pasar casi tres décadas, hasta el año 1937, para que el presidente de la república, Germán Busch, mediante decreto ley, aprobara la instalación de un servicio de teléfonos automáticos para la paz, estableciendo un aporte de capital por parte de la alcaldía, con la condición de que ésta ejerza la presidencia del consejo de administración de la telefónica y nombre a otros dos representantes.

Casi cuatro años después, el 14 de abril de 1941, el Ing. Vicente Burgaleta fundó la empresa de teléfonos automáticos de la paz sociedad anónima (tasa), que inició sus operaciones con 2.000 líneas telefónicas.

En 1943, la demanda del servicio obligo a tasa a instalar 500 nuevas líneas y, posteriormente, a incrementar su capacidad instalada a través de varias ampliaciones a lo largo del tiempo.

En 29 de agosto de 1985, el decreto supremo nro. 21060 dispuso el cambio de personería jurídica de tasa a una sociedad cooperativista con el objetivo de eliminar la influencia política en la administración de la telefonía paceña, y fue cuando tasa se convirtió en COTEL

En 1985, la promulgación de una nueva ley de telecomunicaciones estableció un plazo de seis años (hasta noviembre de 2001) de exclusividad en el mercado de la telefonía local en La Paz a favor de COTEL, condicionada al cumplimiento de metas de expansión, calidad y modernización del servicio telefónico.

Casi coincidiendo con la nueva ley de telecomunicaciones, en 1993 se dio inicio al proyecto séptima ampliación, que en un principio contemplaba la instalación de 75.000 nuevas líneas digitales, meta que luego fue ampliándose gracias a nuevos contratos con

empresas proveedoras de centrales telefónicas. En los siguientes seis años se completó este ambicioso plan, llegando a la actual cifra de 233.230 líneas instaladas, de las cuales 154.900 están actualmente en funcionamiento. Cabe resaltar que hoy el 100 % de la red telefónica es digital.

Hoy la telefónica paceña está inmersa en la carrera competitiva entre las principales empresas de telecomunicaciones del país, brindando a sus más de 170 mil socios y usuarios, servicios de valor agregado. Dentro de esa política de expansión, la cooperativa lanzó al mercado el servicio de internet el año 2003 a través de internet dial up. En abril de 2005 lanza al mercado un tipo de acceso distinto, a través del servicio de internet ADSL.

Siempre en la búsqueda de brindar mayores y mejores servicios a los socios, la cooperativa lanzó el 3 de marzo de 2005 el servicio de televisión por cable mediante red HFC (fibra coaxial híbrida) con una grilla de 80 canales con una tarifa única de \$us 21.99 dólares, una de las más bajas del país.

En suma, COTEL telecomunicaciones, se convirtió de una simple cooperativa de telefonía básica, actualmente es una moderna empresa de telecomunicaciones que satisface las necesidades no solo de sus más de 170 mil socios, sino de toda la población paceña y con miras a posicionarse en los primeros lugares del tan competitivo mercado nacional de las innovaciones del mundo de las telecomunicaciones que avanza a pasos gigantescos. COTEL, con estatus jurídico de cooperativa está administrada por un consejo de administración y uno de vigilancia. Secretaria del consejo y los vocales, la gerencia general, gerencias sectoriales, la técnica, comercial, financiera, de sistemas informáticos y de planificación.

La mayor parte del personal, tiene años de experiencia en sus respectivas áreas y en su mayoría son profesionales académicos y técnicos medios y superiores altamente especializados en el campo de las telecomunicaciones.

Hoy la telefónica paceña está inmersa en la carrera competitiva entre las principales empresas de telecomunicaciones del país, brindando a sus más de 170 mil socios y usuarios, servicios de valor agregado. Dentro de esa política de expansión, la Cooperativa lanzó al mercado el servicio de Internet el año 2003 a través de Internet Dial Up. En abril de 2005 lanza al mercado un tipo de acceso distinto, a través del servicio de Internet ADSL. La diferencia que existe entre ambos tipos de acceso, es principalmente la velocidad con la que el abonado logra conectarse al servicio, ya que en una conexión Dial Up, la velocidad máxima, llega a ser de 56 Kbps en el mejor de los casos, mientras que en una conexión ADSL, el usuario puede escoger velocidades desde 128 Kbps, hasta por encima de 1024 Kbps. Otra ventaja con la que cuenta COTEL al ofrecer el servicio respaldado bajo la marca "Red COTEL", es la cobertura del mismo, al contar con una red de fibra instalada, esto permite, en algunos casos, abarcar mayores zonas en comparación a otros proveedores de Internet. Por otro lado, y para brindar diferentes opciones a los socios de la Cooperativa, se ha desarrollado una oferta comercial que contempla planes Post Pago y planes Pre Pago, los cuales difieren en precio y en modalidad de pago. Siempre en la búsqueda de brindar mayores y mejores servicios a los socios, la Cooperativa lanzó el 3 de marzo de 2005 el servicio de televisión por cable con una grilla de 80 canales con una tarifa única de \$us 21.99 dólares, una de las más bajas del país. Entre los servicios suplementarios, Cotel brinda a sus socios los servicios de Identificador de llamadas; restricción con clave; Conferencia Tripartita; desvío por línea ocupada; desvío por abonado ausente; desvío inmediato; llamada en espera; abonado ausente; marcación abreviada; conexión directa; despertador automático y casilla de voz. En la telefonía rural desplegada a lo largo y ancho del Departamento paceño, se dispone de líneas telefónicas digitales, que además del servicio de voz permite la transmisión de señales de Fax y Datos. El servicio comprende dos modalidades: usuarios y comunitarios. A partir del 4 de julio del 2003, Cotel incursiona en el mundo de las telecomunicaciones de larga distancia nacional e internacional, habiendo obtenido la licencia respectiva en la Superintendencia de Telecomunicaciones, este servicio abierto a toda la población nacional denominado CÓDIGO 16 ocupa el

primer lugar, considerando las mediciones de tráfico nacional e internacional originadas en la red fija de Cotel La Paz, haciendo una comparación con el tráfico de la competencia. Uno de los factores que contribuyen a CÓDIGO 16, para que esté posicionado en el primer lugar en la ciudad de La Paz, son las promociones continuas del servicio con tarifas reducidas. La Red Digital de Servicios Integrados "RDSI" es una línea completamente digital que entrega dos canales de 64 Kbps de velocidad para transmisión de voz, texto e imágenes, lo que permite dos comunicaciones simultáneas, con una sola línea física. El mercado al cual está direccionado, son las empresas públicas y privadas que tienen diversas necesidades en telecomunicaciones. Los centros de llamada "Punto Cotel" que se caracterizan por el color amarillo y se encuentran en todas las zonas de La Paz, son áreas de llamada que posibilitan la prestación de servicio fijo, móvil, nacional e internacional, servicio de fax e Internet del público en general. Otro servicio de expansión y que tuvo mucha demanda, son las Mini Cabinas Cotel, que es una unidad operativa de telefonía pública para llamadas locales y de larga distancia nacional e internacional, con una o dos cabinas telefónicas, dotadas de su propio tarifador que es incorporado en un pequeño espacio disponible de tiendas, anaqueles, bazares, ferreterías o cualquier tipo de negocio, permitiendo el incremento de la rentabilidad de los negocios existentes sin generar erogaciones operativas adicionales. En suma, Cotel, se convirtió de una simple cooperativa de telefonía básica en una moderna empresa de telecomunicaciones que satisface las necesidades no solo de sus más de 170 mil socios, sino de toda la población paceña y con miras a posicionarse en los primeros lugares del tan competitivo mercado nacional de las innovaciones del mundo de las telecomunicaciones que avanza a pasos gigantescos.

### **1.3 Misión**

Brindar a nuestros socios y clientes servicios de telecomunicaciones con calidad, integrando y fortaleciendo el desarrollo tecnológico, organizacional y humano basado en la excelencia, para contribuir con el crecimiento de Bolivia.

## **1.4 Visión**

Ser líder en el campo de las telecomunicaciones, ofreciendo servicios y productos a la vanguardia del desarrollo tecnológico bajo estándares internacionales de calidad en servicios, con solidez institucional y contribución social.

## **1.5 Nuestros Objetivos**

Convertirnos en una empresa con crecimiento sostenido e innovación permanente de servicios en telecomunicaciones.

## **1.6 Nuestra Responsabilidad**

Asegurar la permanencia y el éxito de nuestra cooperativa en el ámbito de las telecomunicaciones, a través de una administración eficiente y transparente, con el compromiso de todos los actores, trabajadores y personal ejecutivo.

## **1.7 Servicios y Competencias**

### **1.7.1 Telefonía-Características Del Servicio**

COTEL LA PAZ LTDA. Pone a su disposición la compra de una acción telefónica, que le permite contar con Línea Principal, Línea Gemela y Línea Trilliza, a esta pueden acceder personas particulares y empresas.

- Opción de contar con la línea Gemela y Trilliza
- Línea fija con Tarifa Básica mensual que incluye llamadas y minutos libres mensuales
- Llamadas con destinos locales, móvil, nacionales e internacionales
- Acceso a Todos los servicios que Cotel brinda a nuestros Socios

### 1.7.2 Cotel Tv- Características

**Cotel La Paz Ltda.** Pone a disposición suya el servicio de televisión por cable, en modalidad Post Pago Conjunto y pre pago el mismo que puede ser accedido por personas naturales (particulares) y jurídicas (empresas).

- La mejor programación para toda la familia: Películas, Deportes, Ciencia y Cultura, series, novelas, Infantiles, canales Locales, Ella y Hogar y mucho más...
- Opción de contar con el servicio de canales Premium y HD
- Conectar 3 o hasta 4 televisores sin costos adicionales ni equipos adicionales.
- Beneficios a pagos adelantados.
- Sin necesidad de adquirir equipos por televisor.



*Figura1.1: Logo de Televisión Digital Fuente: Cotel*

### 1.7.3 Cotel Banda Ancha – Características

Es un servicio que brinda soluciones seguras para acceder a las redes de INTERNET, bajo grandes velocidades consignada a las necesidades emergentes de los usuarios.

Acceso al Internet mediante Banda Ancha, las 24 hrs. Del día sin restricciones en las descargas. Uso ilimitado que permite navegar a velocidades en Mb. Utiliza como medio de acceso, las redes de telefonía y la red de TV Cable, tecnologías que permite el acceso a los servicios de forma simultánea.

Puedes acceder a los planes diseñados en POST y PRE pago, de acuerdo a tu necesidad.

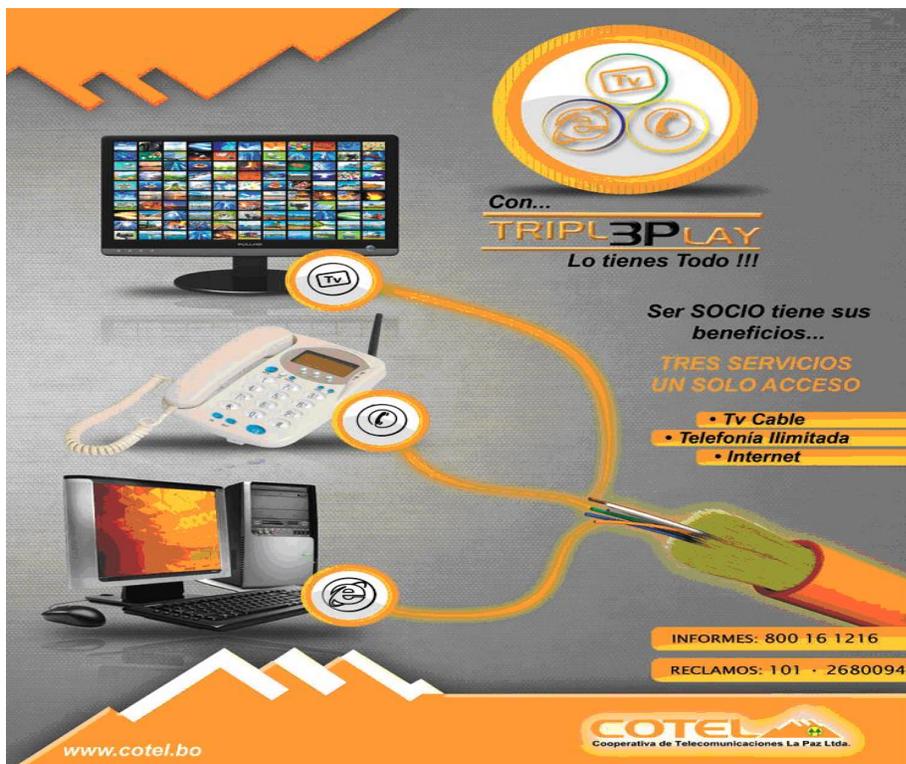
Del MODEM: en caso de conexiones domiciliarias bajo la solución de telefonía, permite al usuario contar con soluciones Wi-Fi domiciliario.

En las redes de TV Cable, se provee un equipo cable MODEM.



*Figura 1.2: Banner de publicidad Internet Banda Ancha. Fuente: Cotel*

#### 1.7.4 Triple Play



*Figura1.3: Publicidad COTEL Triple Play. Fuente: Cotel*

## **1.8 Localización Institucional**

### **Gran Centro I**

Av. Mariscal Santa Cruz N° 980

Planta Baja - casilla 633

### **Gran Centro II**

Calle Socabaya esq. Mercado

Piso 2 - casilla 633

### **Oficinas Regionales de Atención Al Cliente.**

Zona 12 de Octubre (Calle 10 esq. Raúl Salmón, El Alto)

Calacoto (Calle 24 esq. Montenegro)

Socabaya (Calle Socabaya esq. Mercado)

**Servicio de Atención Al Cliente: 231-5353**

**Central Telefónica Cotel: 237-2323**

### **"Centros De Atención Cotel"**

#### **Red Cotel Zona Sur**

San Miguel Calle 21, N° 8265, Calacoto

#### **Red Cotel El Alto**

Av. Franco Valle 21, esq. Calle 1 - La Ceja

#### **Sucursal Rio Seco**

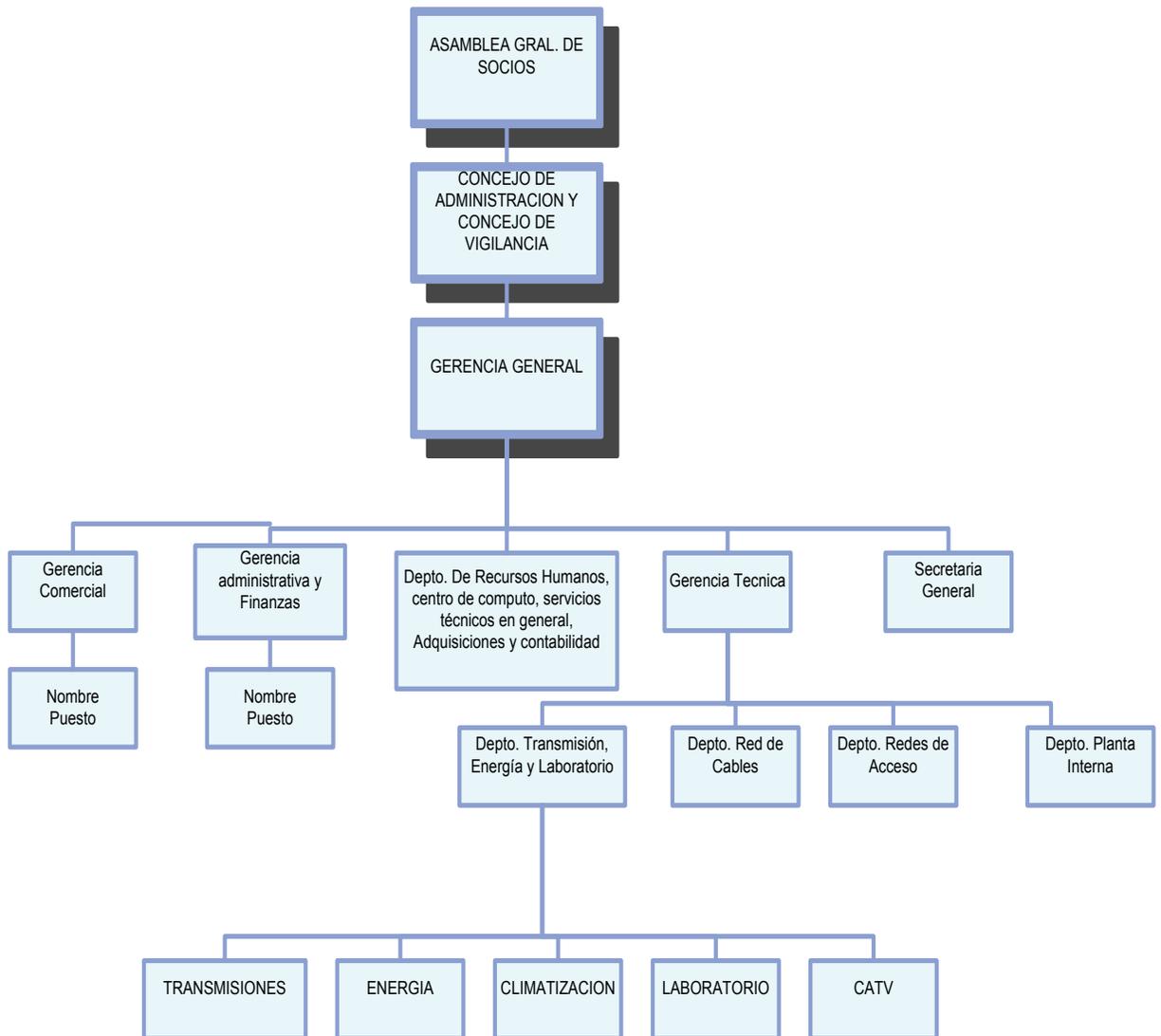
Av. Luis Espinal entre Av. 14 de Septiembre y Calle Río Guaporé.(Diagonal Plza. Pedro

Domingo M.)

### Sucursal Viacha

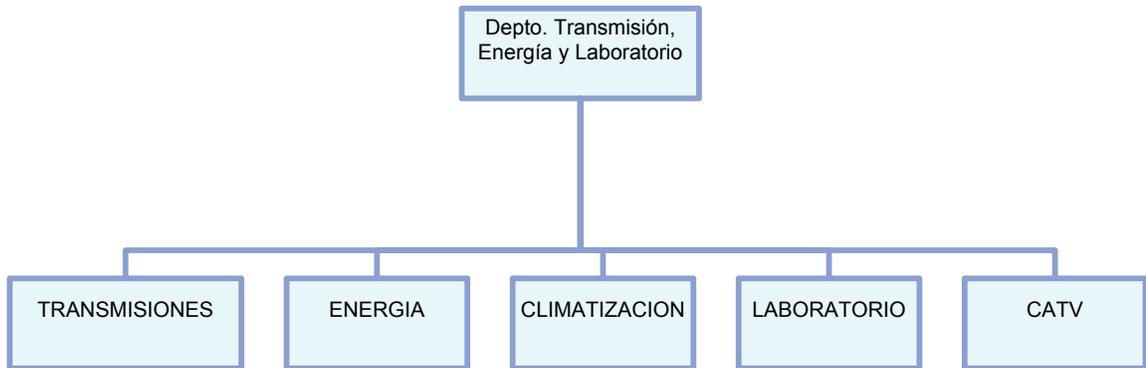
Plaza Ballivián N° 176

### 1.9 Estructura orgánica de la empresa



**Figura 1.4:** Organigrama institucional COTEL. **Fuente:** Elaboración propia en base a la información adquirida de la institución

### 1.9.1 Estructura del área operativa en la que se realizó la pasantía



**Figura 1.5:** Organigrama del Depto. de Transmisión Energía y Laboratorio.  
**Fuente:** Elaboración propia en base a la información adquirida de la institución

El departamento de Transmisión, Energía y Laboratorio está encargado del mantenimiento de los equipos de transmisión, el sistema de climatización, el sistema de alimentación de cada central, como también la reparación de equipos de telefonía y equipos en general, a la vez también tienen el control de la cabecera de Cotel TV y todo respecto al mantenimiento de este servicio.

El área donde se realizó la pasantía fue en el departamento de Transmisión, Energía y Laboratorio del que está a cargo del Tec. Alberto Mejía, esta área a la vez está dividida en 5 secciones, las cuales mencionaremos a continuación.

- a) **Transmisiones**, es el encargado del mantenimiento de los equipos de transmisión de cada central así como también de todas las redes de fibra óptica, mantenimiento de telefonía inalámbrica y de todos los Shelters de toda el área urbana tanto de la Ciudad de La Paz como de El Alto, actualmente el área de transmisiones también trabaja con el área Rural que al igual que el área urbana

está a cargo del mantenimiento e instalaciones telefónicas y CATV de las poblaciones que todavía cuenta con este servicio.

- b) **Energía**, es el encargado del mantenimiento preventivo y correctivo de todo el sistema de alimentación, como rectificadores, banco de baterías y grupos electrógenos de todas las centrales de la cooperativa.
- c) **Climatización**, actualmente esta es un área independiente que se encarga de mantener a temperatura adecuada todas las centrales principales y remotas de COTEL, dada la importancia que tiene climatización para mantener en funcionamiento los equipos de la empresa ya que estas trabajan 24 horas al día y los 7 días de la semana.
- d) **Laboratorio**, dada la antigüedad de la cooperativa y que muchos de los equipos y aparatos que están en funcionamiento datan de principios de los 90 estas requieren cierta adaptación y reparación esta sección es la que se encarga de ello, dentro de la misma también tienen personal encargado de la reparación de aparatos telefónicos, este es un servicio que se brinda a todos los socios de la cooperativa, lo que se puede destacar de esta área es que también se realiza investigación y estudio, con el fin de implementar nuevos proyectos para la mejora de la cooperativa.
- e) **CATV**, la cabecera es la encargada del control y mantenimiento del servicio de televisión que brinda desde hace 14 años COTEL, así como también es el encargado de toda la red de distribución de HUB' y todo el sistema de red HFC para brindar una buena calidad de servicio a los usuarios, es por esta razón también que se hace constantes mejoras en el servicio, aumentando la calidad y la grilla de canales en el servicio de televisión digital.

Esta área también cuenta con la sección de CCRF (Control de Calidad de Radio Frecuencia), que es un servicio que se brinda a los usuarios de CATV cuando estas tienen alguna falla o deficiencia en el servicio.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 2.1 Introducción

En este capítulo se introducirán los conceptos más relevantes sobre las herramientas y elementos utilizados para el desarrollo del presente informe de pasantía, ya que por la dimensión de la misma no se podrá dar una teoría completa, así es que se tratara de representar una base para su fácil comprensión.

#### 2.2 Área Catv Cabecera

##### 2.2.1 Que es una Red de Catv

“La **televisión por cable** o **CATV** (*Community Antenna Television*), comúnmente denominada **VideoCable** o simplemente **Cable**, es un sistema de televisión por suscripción que se ofrece a través de señales de radiofrecuencia que se transmiten a los televisores por medio de redes de fibra óptica o cable coaxial.

Además de CATV, dicho cable también puede proporcionar servicios de telefonía y acceso a Internet, es decir, triple play. Aprovecha las redes de televisión por cable de fibra óptica o cable coaxial para convertirlas en una línea digital o analógica.

Los cables de televisión usualmente se distribuyen a lo largo y ancho de las ciudades, compartiendo el tendido con los cables de electricidad y teléfonos; en oposición al

método a través del aire que se utiliza en la radiodifusión televisiva tradicional, a través de ondas de radio, en la que se requiere una antena de televisión.”(Wikipedia: Televisión por Cable, 2019)

“La televisión por cable surge por la necesidad de llevar señales de televisión y radio, de índole diversa, hasta el domicilio de los abonados, sin necesidad de que estos deban disponer de diferentes equipos receptores, reproductores y sobre todo de antenas”.(Wikipedia: Televisión por Cable, 2019)

### **2.2.2 Estructura de una Red HFC**

“En la actualidad, las compañías están utilizando un cable compuesto por 256 fibras que permite realizar casi medio billón de conversaciones simultáneas.

Como es fácil de entender, esta capacidad resulta prácticamente imposible de agotar solo con la telefonía. Esta es la razón por la que a través de la fibra óptica se puede servir, sin problemas y simultáneamente, servicios de telefonía e Internet, así como innumerables canales de televisión de calidad digital.

El cuello de botella se presenta en la transición de fibra óptica al coaxial, que tiene muchas menos prestaciones. Esto justifica la utilización del sistema mixto o redes HFC: fibra óptica en las redes troncales, que necesitan mayor ancho de banda, y coaxial en el dominio del abonado, que soporta una carga inferior.

Por lo tanto, las redes HFC combinan en su estructura el uso de la fibra óptica y el cable coaxial (Hybrid Fiber-Coaxial). Este tipo de redes representa la evolución natural de las redes clásicas de televisión por cable (CATV). Las actuales redes que están implantando las operadoras de cable (entre ellas ONO) están formadas, básicamente, por una

cabecera de red, la red troncal, la red de distribución, y el último tramo de acometida al hogar del abonado.

#### **2.2.2.1 La cabecera**

Es la parte central desde donde se gobierna todo el sistema. Lo corriente es que tenga unas antenas para recibir los canales de TV y radio de diferentes sistemas de distribución (satélite, microondas,...) a los que esté asociado el centro. Las redes de CATV en su concepción original solo estaban diseñadas para la televisión “pura y dura” pero, actualmente, las cabeceras han tenido que adaptarse a los nuevos servicios que ofrecen los operadores de cable, como por ejemplo los de interactividad y transmisión de datos a gran velocidad.

#### **2.2.2.2 La red troncal**

Es la encargada de repartir la señal generada por la cabecera a todas las zonas de distribución que abarca la red de cable. En un primer momento este tramo constaba de coaxial y de unos amplificadores de señal en cascada. Esto por supuesto se ha superado en la actualidad con enlaces de fibra óptica punto a punto, con unos nodos ópticos donde las señales descendentes (de la cabecera al usuario) pasan de luz a electricidad por la red de distribución coaxial. En los sistemas bidireccionales, los nodos ópticos también se encargan de recibir las señales del canal de retorno (del abonado a la cabecera) para convertirlas en señales ópticas y transmitir las a la cabecera.

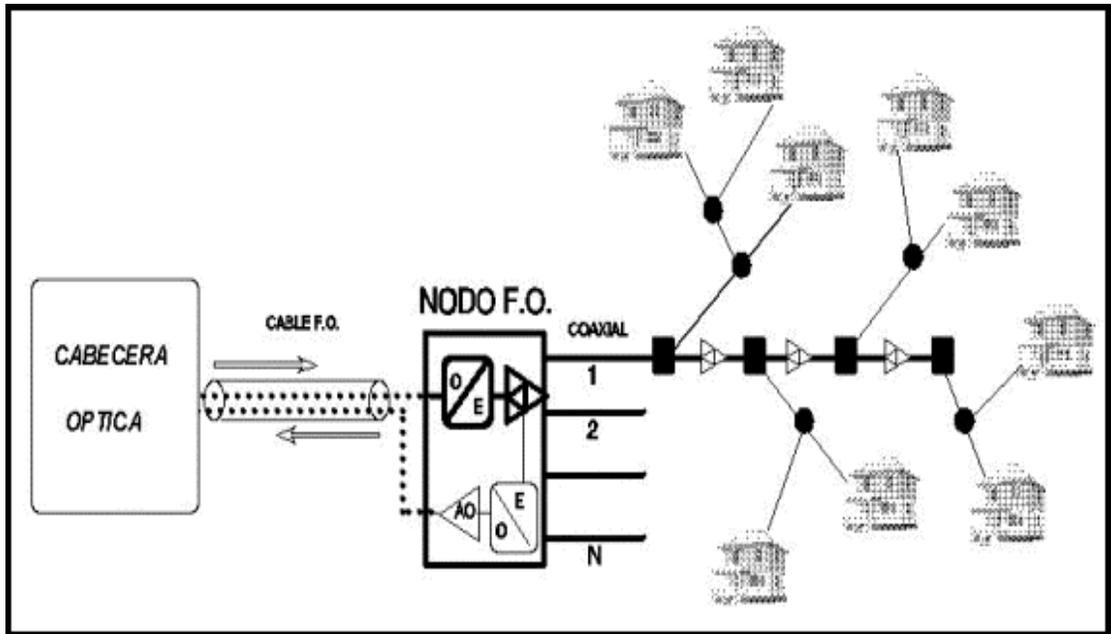
#### **2.2.2.3 La red de distribución**

Está compuesta por una estructura tipo bus de coaxial que lleva las señales hasta el hogar del abonado (hasta la acometida).

### 2.2.2.4 La acometida

A los hogares de los abonados es, sencillamente, la instalación interna del edificio, el último tramo antes de la base de conexión”. (<http://bandaanchahfc.blogspot.com/2010/04/estructura-de-una-red-hfc.html>)

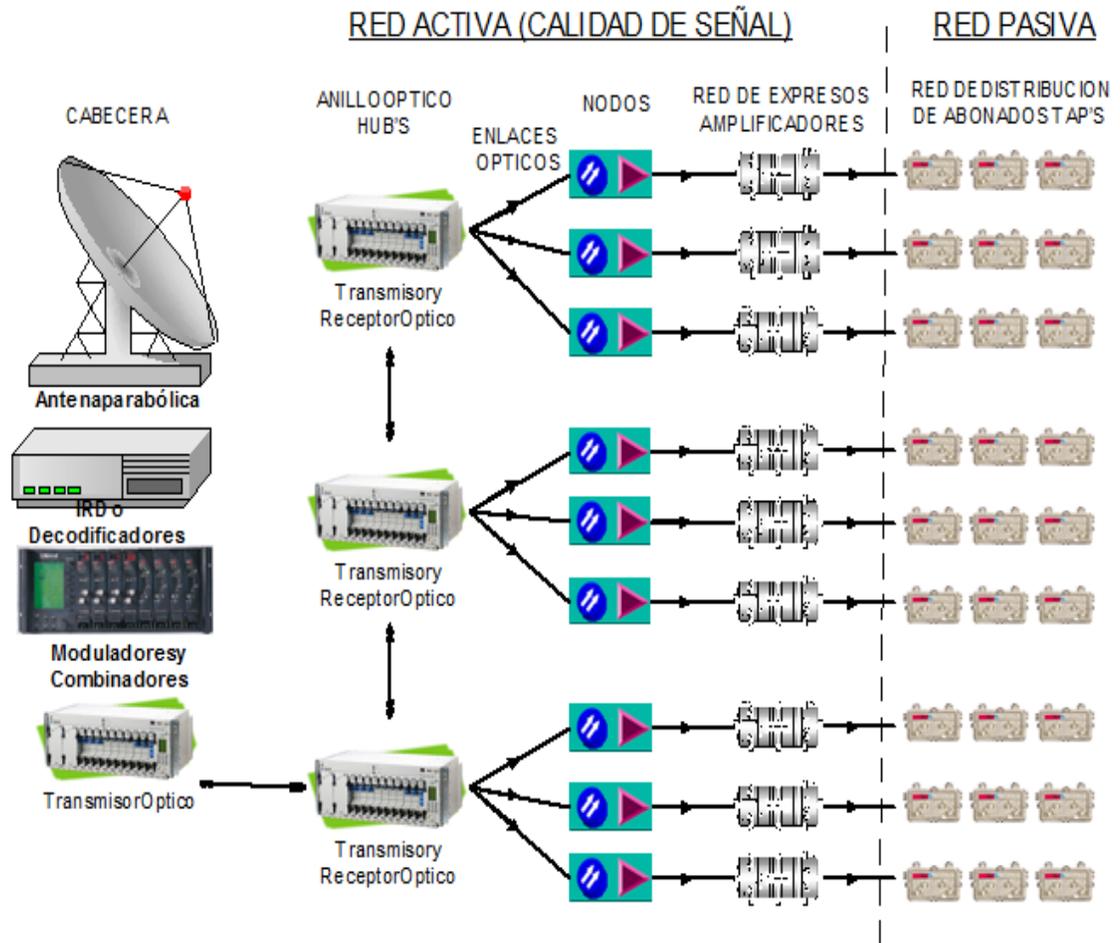
Esquema básico de una red híbrida fibra óptica-coaxial (HFC):



*Figura 2.1: Estructura General de un red CATV.*

**Fuente:** <http://bandaanchahfc.blogspot.com/2010/04/estructura-de-una-red-hfc.html>

## Diagrama de Bloques de una red HFC de COTEL TV



*Figura 2.2: Diagrama de Bloques de una red HFC de COTEL TV. Fuente: Información Cotel*

### 2.2.3 Estructura Funcional de Red Catv en COTEL

#### 2.2.3.1 Cabecera - HEADEND

La cabecera es el origen o punto de partida de un sistema de televisión por cable (CATV), a la vez integración de varios servicios como (datos, VOIP y sistemas inalámbricos). La cabecera principal de COTEL se encuentra situada en VSA (Villa San Antonio). Es el centro por donde se gobierna todo el sistema. Su complejidad depende de los servicios que ha de prestar la red, por ejemplo, para el servicio básico de

distribución de señales unidireccionales de televisión (analógicas, digitales) dispone de una gama de serie de equipos de recepción de televisión terrenal, vía satélite y de microondas, así como de enlaces con otras cabeceras o estudios de producción.

Por otra parte las señales analógicas se acondicionan para su transmisión por el medio del cable y se multiplexan en frecuencias en la banda comprendida entre los 5-40 MHz: señales de retorno, 50-500 MHz: señales Analógicas de forward, 559-870 MHz: señales Digitales de forward.

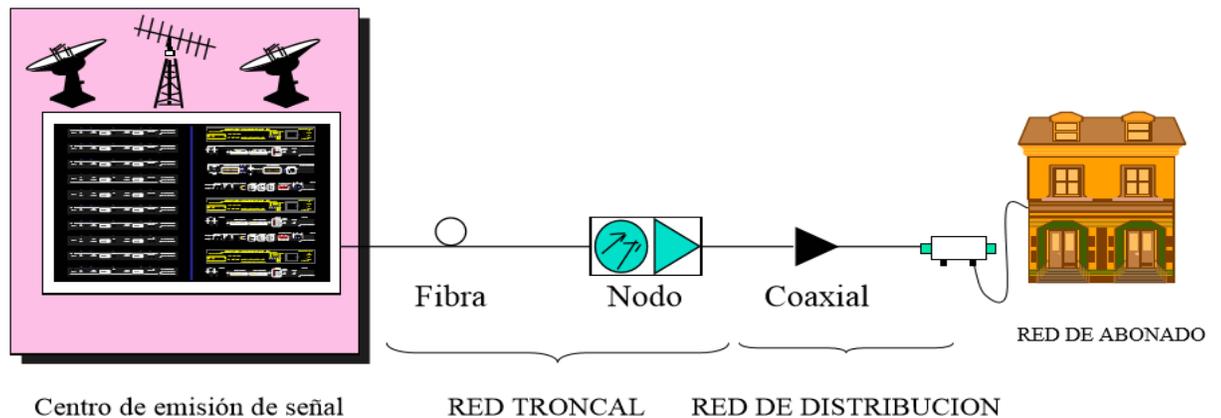
La cabecera también se encarga de monitoreo de la red y supervisar el funcionamiento. El monitorizado se está convirtiendo en un requerimiento básico de las redes de cable, a causa de la complejidad de las nuevas arquitecturas y a la sofisticación de los nuevos servicios que transportan, que exigen de la red una fiabilidad muy alta. En el “headend” se procesan señales, ya sea generadas en forma local, (internas), o recepcionadas de aire, satélite o microondas (externas), señales Vsat.

“La mayoría de los sistemas de televisión por cable también reciben a las estaciones de televisión locales por coaxial dedicado, enlace de microondas o una línea de fibra óptica, instalado entre la estación local y la cabecera. Un dispositivo llamado modulador en las instalaciones de la estación local envía su programación a la cabecera de televisión por cable, que a su vez lo recibe con otro dispositivo llamado un demodulador. Se distribuye luego a través de la cabecera de televisión por cable a los suscriptores. Esto es generalmente más fiable que la recepción de emisiones de las estaciones locales sobre el aire con una antena. Sin embargo, fuera del aire de recepción se utiliza como una copia de seguridad mediante el sistema de cabecera en caso de fallo. En algunos casos, los sistemas reciben los canales locales por satélite”. (FANDOM,2019)

“Otras fuentes de programación incluyen la entrega de servicios a través de fibra óptica, cables telefónicos, Internet, torres de microondas y canales de televisión de acceso

público local que se envían a la cabecera de cable en una frecuencia de Sub-banda ("T" channels) entre 7 y 49 Mhz ,o a través de una línea dedicada establecido por la compañía de cable, como se mencionó anteriormente para la recepción de la programación de los canales de televisión locales por la cabecera”.(FANDOM,2019)

### Planta de distribución



**Figura 2.3:** Red Troncal de Distribución. **Fuente:** [https://tv-cable.fandom.com/es/wiki/Cabecera\\_\(Headend\)](https://tv-cable.fandom.com/es/wiki/Cabecera_(Headend))

### 2.2.4 Canal de Televisión

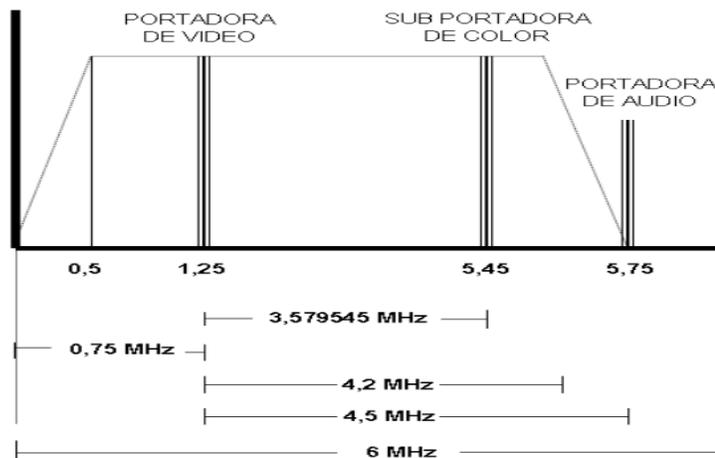
“Conociendo el comportamiento de las señales electromagnéticas y la posibilidad de producirlas a diferentes frecuencias, se desarrolla posteriormente una tabla que rige la división del espectro en distintos canales con la finalidad de utilizarlos como medios de información.

Se crean distintos comités para crear formatos de división del espectro, estos comités son el NTSC, PAL, SECAM, HDTV entre otros, cada uno crea un estándar de división de canales llamados con el mismo nombre de cada comité.

En el caso del continente Americano predomina el estándar de los Estados Unidos de América que es el NTSC (National Televisión Standard Comitee) este estándar consiste en la división del espectro electromagnético en canales que representan un ancho de banda de 6 MegaHertz y dentro de este espacio limitado se otorga el permiso de transmisión de lo que hoy conocemos como canal de televisión”. (Faria, 2006)

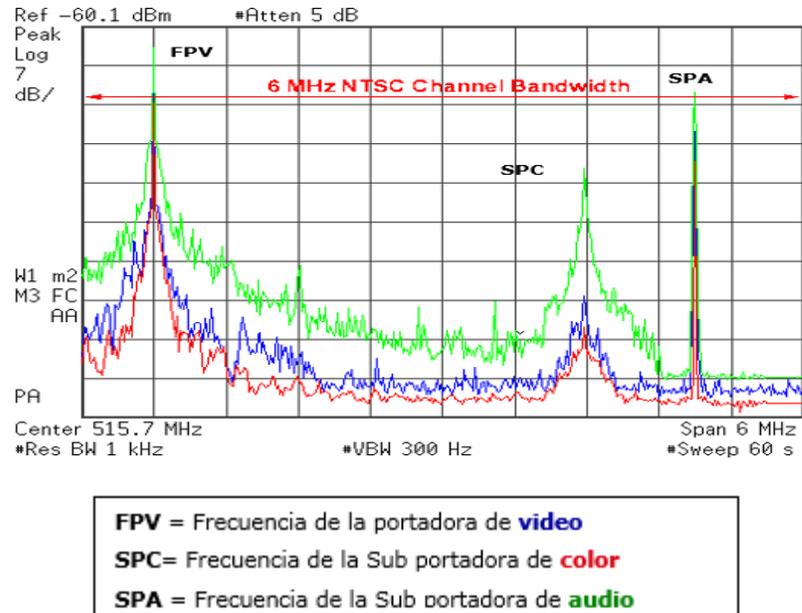
### 2.2.4.1 Característica de un Canal De Tv

Una señal de TV presenta el siguiente espectro de frecuencias (Sistema NTSC), el ancho de banda total es de 6 MHz, señal obtenida después de cada modulador como muestra la figura.



**Figura 2.4:** Banda Ancha de un canal de TV. **Fuente:** (Faria, 2006)

## Canal de tv visto en un analizador de espectro



*Figura 2.5: Espectro de un canal de TV visto desde un analizador de Espectros.*

*Fuente:* Faria, 2006

### 2.2.5 Cables de Fibra Óptica

“La fibra óptica es un fino filamento de material transparente utilizado como guía de onda para la luz, la cual a su vez es portadora de información.

Las fibras ópticas se utilizan más comúnmente como un medio para transmitir luz entre dos puntas de una fibra y tienen un amplio uso en las comunicaciones por fibra óptica, donde permiten la transmisión en distancias y en un ancho de banda (velocidad de datos) más grandes que los cables eléctricos. Se usan fibras en vez de alambres de metal porque las señales viajan a través de ellas con menos pérdida; además, las fibras son inmunes a la interferencia electromagnética, un problema del cual los cables de metal sufren ampliamente”.(Senior, John, Jamro, yousif, 2009)

### 2.2.5.1 Estructura de Fibra Óptica

Su estructura consta de dos partes:

- **El núcleo:** Que es la región por donde se propaga la luz.
- **El revestimiento:** Que es la región que rodea al núcleo y lo complementa ópticamente.

### 2.2.5.2 Tipos de Fibra Óptica

“Las diferentes trayectorias que puede seguir un haz de luz en el interior de una fibra se denominan modos de propagación. Y según el modo de propagación tendremos dos tipos de fibra óptica: multimodo y monomodo”.(Senior, John, Jamro, yousif, 2009)

#### 2.2.5.2.1 Fibra Multimodo

“Una fibra multimodo es aquella en la que los haces de luz pueden circular por más de un modo o camino. Esto supone que no llegan todos a la vez. Una fibra multimodo puede tener más de mil modos de propagación de luz. Las fibras multimodo se usan comúnmente en aplicaciones de corta distancia, menores a 2 km, es simple de diseñar y económico.

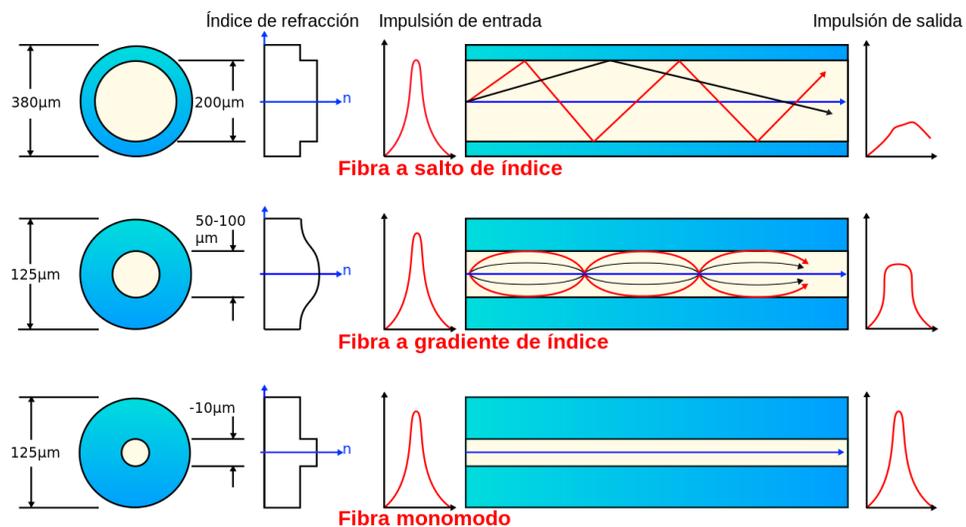
El núcleo de una fibra multimodo tiene un índice de refracción superior, pero del mismo orden de magnitud, que el revestimiento. Debido al gran tamaño del núcleo de una fibra multimodo, es más fácil de conectar y tiene una mayor tolerancia a componentes de menor precisión.

Dependiendo el tipo de índice de refracción del núcleo, tenemos dos tipos de fibra multimodo:

- Índice escalonado: en este tipo de fibra, el núcleo tiene un índice de refracción constante en toda la sección cilíndrica, tiene alta dispersión modal.
- Índice gradual: mientras en este tipo, el índice de refracción no es constante, tiene menor dispersión modal y el núcleo se constituye de distintos materiales”. ([https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra\\_%C3%B3ptica](https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica))

### 2.2.5.2.2 Fibra Monomodo

“Una fibra monomodo es una fibra óptica en la que sólo se propaga un modo de luz. Se logra reduciendo el diámetro del núcleo de la fibra hasta un tamaño (8,3 a 10 micrones) que sólo permite un modo de propagación. Su transmisión es paralela al eje de la fibra. A diferencia de las fibras multimodo, las fibras monomodo permiten alcanzar grandes distancias (hasta 400 km máximo, mediante un láser de alta intensidad) y transmitir elevadas tasas de información (10 Gbit/s)”. ([https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra\\_%C3%B3ptica](https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica))



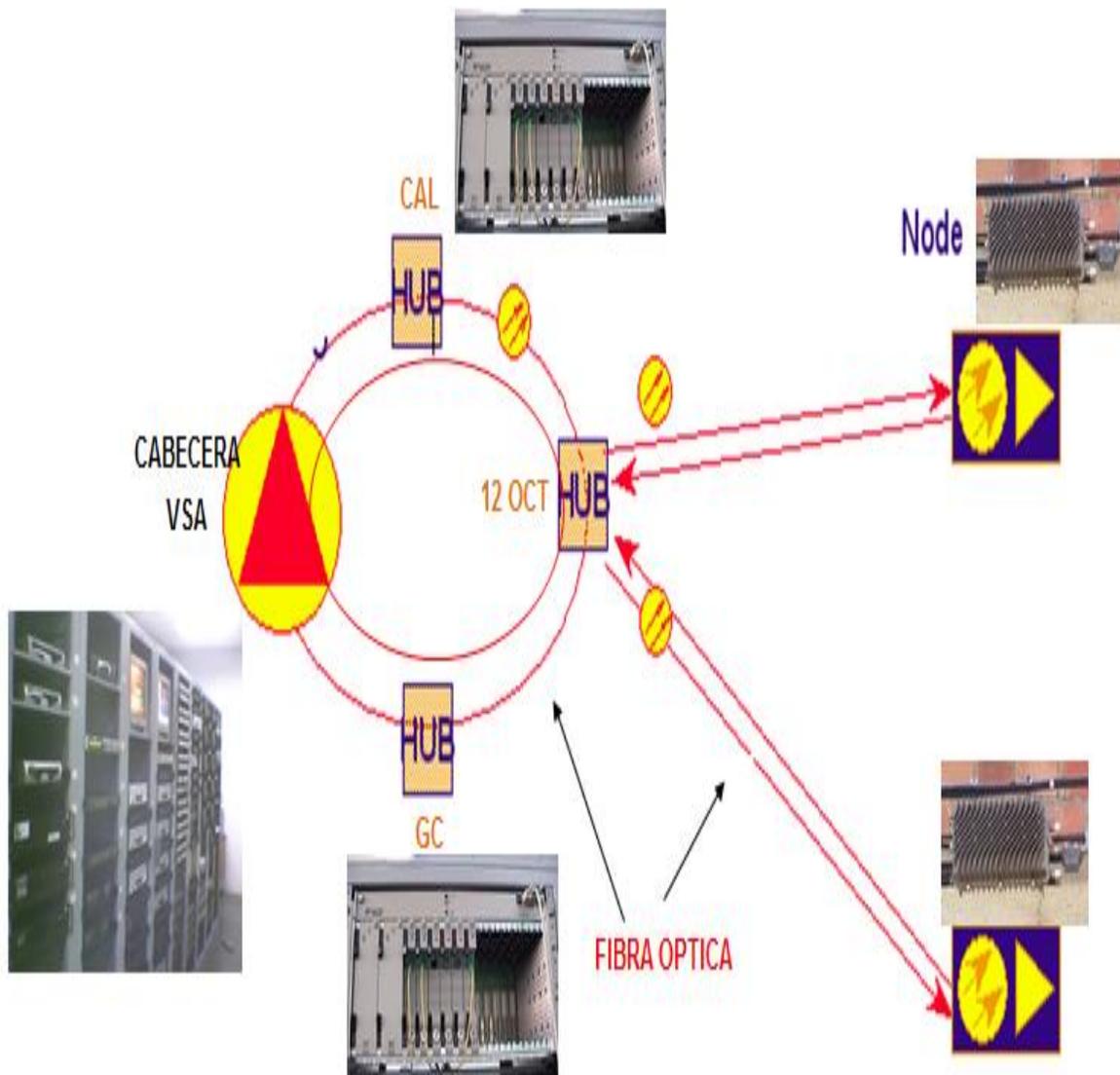
**Figura 2.6:** Tipos de Fibra Óptica.

**Fuente:** [https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra\\_%C3%B3ptica](https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica)

### 2.2.5.3 Red Troncal Óptica

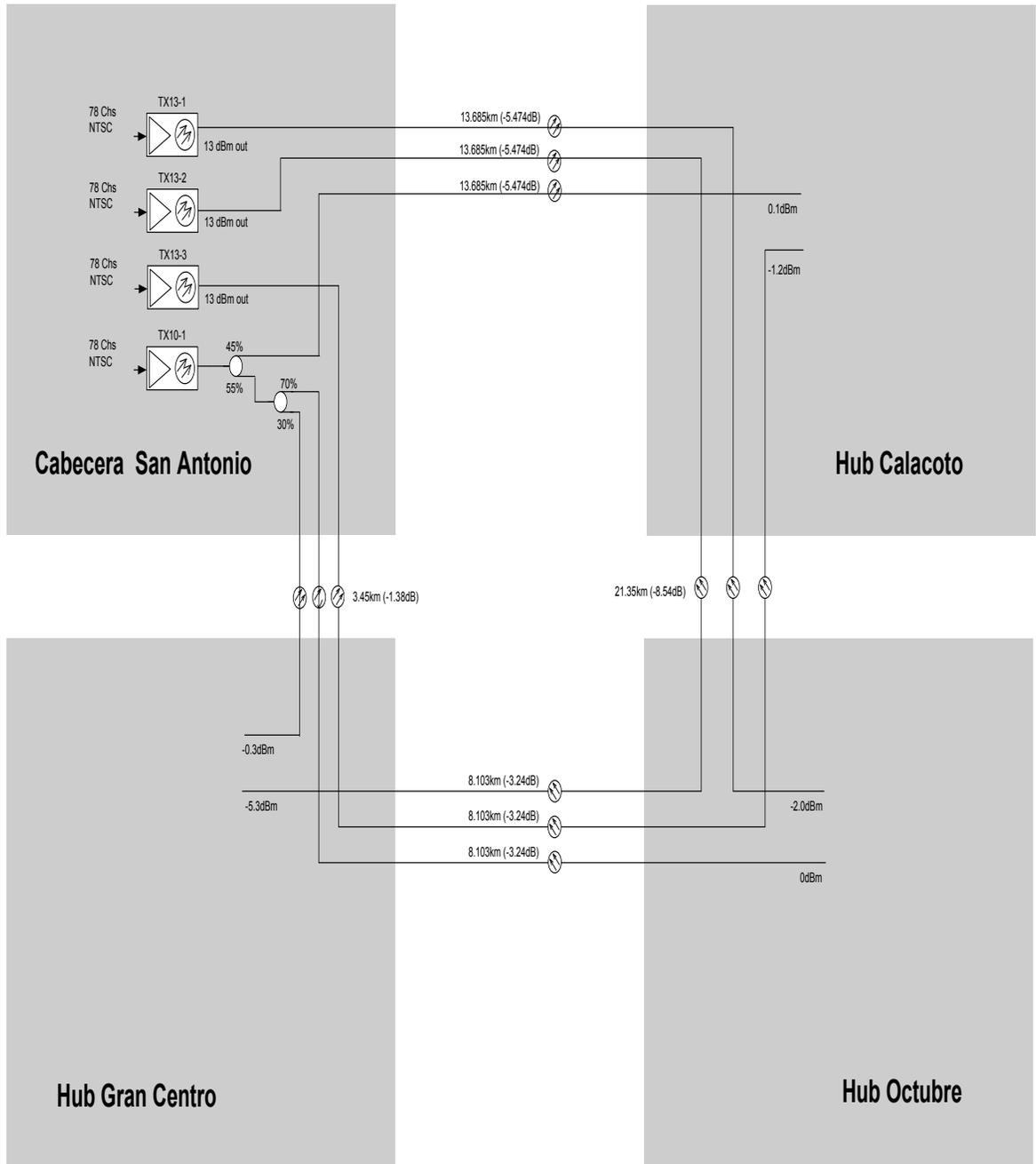
La red troncal óptica está constituida por la topología de anillo redundante, este anillo cubre todas las zonas que conforman los nodos.

Los nodos ópticos dentro de la zona correspondiente a un HUB son aproximadamente.



*Figura 2.7: Red óptica de COTEL. Fuente: Cotel*

## Anillo de Fibra Óptica de Cotel



**Figura 2.8:** Anillo de Fibra Óptica de COTEL. **Fuente:** Cotel

### **2.2.6 Hubs**

“Se denomina HUB’s a un bastidor que agrupa equipos de transmisión y recepción de señal óptica, es en los HUB’s donde se convierte la señal de RF a señales luz para transmitir por fibra óptica a diferentes nodos a través de divisores de la señal de fibra óptica”. (Silva, 2017)

La interconexión del sistema de Red COTEL TV (CATV) que se tiene en La Paz y El Alto, mediante el enlace de Fibra Óptica a distintos HUB que a la vez se distribuyen a los Nodos Zonales (Receptor Óptico), Cotel cuenta con 4 centrales primarios (Villa San Antonio, Gran Centro I, Calacoto y El Alto), las cuales se mostrara en el siguiente gráfico.

#### **HUB - Villa San Antonio CABECERA (VSA)**

Nodos:

- Villa Copacabana
- Villa San Antonio
- Miraflores
- Villa Fátima

#### **HUB – Gran Centro I (GC)**

Nodos:

- Sopocachi
- Alto Sopocachi
- Rosario
- San Pedro
- Norte

#### **HUB – Calacoto (CAL)**

Nodos:

- Calacoto

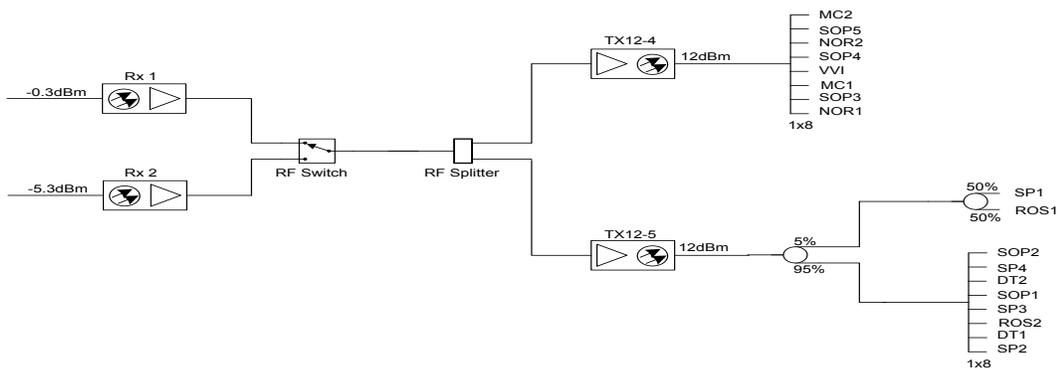
- Los Pinos
- Cota Cota
- Achumani
- Irpavi
- Seguencoma
- Obrajes
- Alto Obrajes

**HUB – 12 de Octubre El Alto (OCT)**

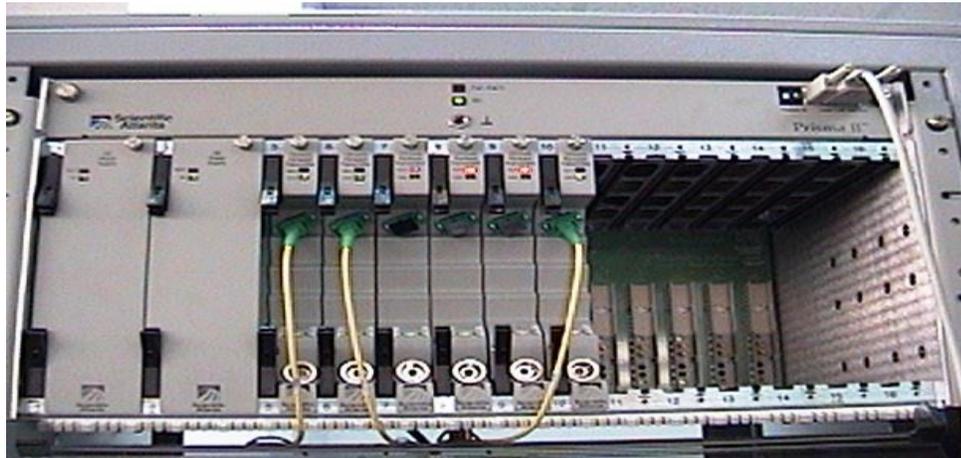
Nodos:

- 12 de Octubre
- Satélite
- 16 de Julio
- Nuevos Horizontes
- Kenko
- Santiago II
- Alto Lima
- Viacha.

**Hub Gran Centro**



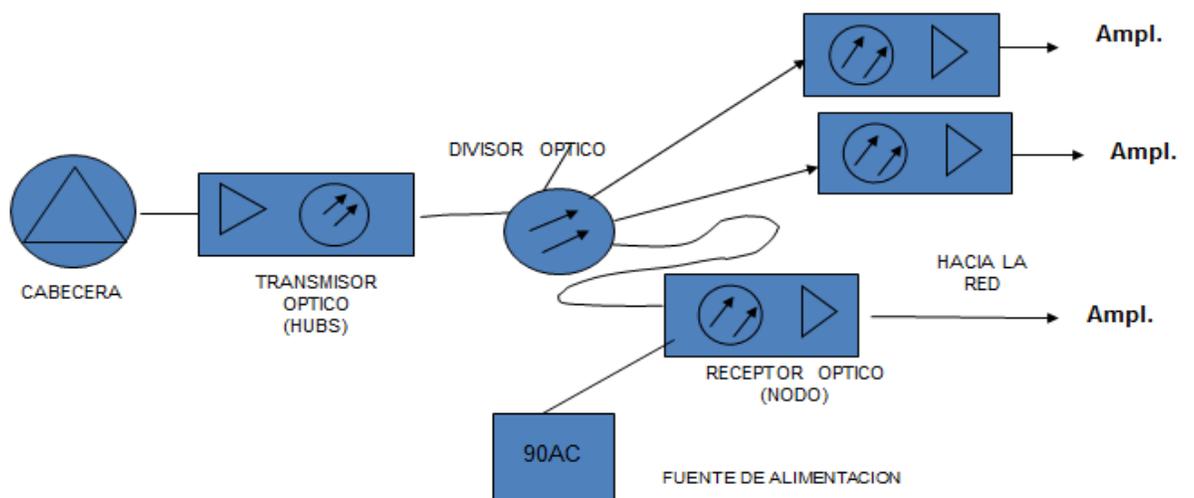
*Figura 2.9: Hub Gran Centro Cotel. Fuente: Cotel*



**Figura 2.10:** Conexión Óptica. **Fuente:** Fotografía Propia

### 2.2.7 Nodos Ópticos

“Básicamente un nodo óptico cumple la función de recibir la luz, con un receptor desde un transmisor óptico, y convertir la señal óptica a una señal de RF (radio frecuencia), y se le inyecta 90v AC para la alimentación de todos los elementos activos de la red. Para distribuir por cable coaxial hacia las ramas y usuarios”. (Silva, 2018)



**Figura 2.11:** Diagrama de Bloques de un Nodo Óptico. **Fuente:** Información Cotel

## **2.2.8 Cables**

### **2.2.8.1 Cables Coaxiales - Consideraciones Generales**

“Las líneas para la transmisión a distancia de la voz humana, de señales de video, de datos, etc., están constituidas por circuitos que transmiten ondas de tensión y de corriente con muy baja potencia y frecuencia muy elevada. Los dos conductores uno de ida y el otro de retorno, necesarios para la transmisión, constituyen el denominado “par”.

Se define coaxial un cable en el cual los dos conductores tengan el mismo eje, siendo el conductor externo un cilindro separado del conductor interno por intermedio de un oportuno material dieléctrico.

El empleo de cables coaxiales es indispensable para limitar las pérdidas que se verifican por irradiación todas las veces en que la frecuencia de las señales transmitidas sea del orden de los KHz: el conductor externo, además de conductor de retorno, cumple con la función de blindaje, con la consiguiente estabilización de los parámetros eléctricos”.(Callisaya, 2014)

## **2.2.9 Definiciones Relativas A Los Cables Coaxiales**

### **2.2.9.1 Impedancia Característica (Ohm)**

“Es la relación tensión aplicada/corriente absorbida por un cable coaxial de longitud infinita. De esto se desprende que para un cable coaxial de longitud real, conectado a una impedancia exactamente igual a la característica, el valor de la impedancia de la línea permanece igual al de la impedancia característica. Los valores nominales para los cables coaxiales son 50, 75 y 93 Ohms. En CATV solo se utilizan de 75 ohm”. (Callisaya, 2014)

### **2.2.9.2 Impedancia de Transferencia (Miliohm/M)**

“Expresada en miliOhm por metro, define la eficiencia del blindaje del conductor externo. Cuanto más pequeño es el valor, mejor es el cable a los efectos de la propagación al exterior de la señal transmitida y de la penetración en el cable de señales externas”.(Callisaya, 2014)

### **2.2.9.3 Capacidad (pf/m)**

“Es el valor de la capacidad eléctrica, medida entre el conductor central y el conductor externo, dividida por la longitud del cable.

Se trata de valores muy pequeños expresados en picofaradios (10-12F) por metro. Varía con el tipo de material aislante y con la geometría del cable”. (Callisaya, 2014)

### **2.2.9.4 Velocidad de Propagación (%)**

“Es la relación expresada en porcentaje, entre la velocidad de propagación de la señal en el cable y la velocidad de propagación de la luz. Varía con el tipo de material aislante”.(Callisaya, 2014)

### **2.2.9.5 Atenuación (dB/100m)**

“Es la pérdida de potencia, a una determinada frecuencia, expresada en decibeles cada 100metros. Varía con el tipo de material empleado y con la geometría del cable, incrementándose al crecer la frecuencia”. (Callisaya, 2014)

### **2.2.9.6 Potencia Transmisible (W)**

“Es la potencia que se puede transmitir a una determinada frecuencia sin que la temperatura del cable afecte al funcionamiento del mismo. Disminuye al incrementarse la frecuencia y se mide en watios”. (Callisaya, 2014)

#### **2.2.9.7 Tensión de Ejercicio (kV)**

“Es la máxima tensión entre conductor externo e interno a la cual puede trabajar constantemente el cable sin que se generen las nocivas consecuencias del “efecto corona” (descargas eléctricas parciales que provocan interferencias eléctricas y, a largo plazo, la degradación irreversible del aislante)”. (Callisaya, 2014)

#### **2.2.9.8 Conductor Central de Cobre Electrolítico**

“Con pureza superior al 99% y resistividad nominal a 20°C de 17.241 ohm.mm<sup>2</sup>/km. Cobre estañado, limitado a los cables empleados en los aparatos que requieran buenas condiciones de soldabilidad (su uso incrementa la atenuación con relación al cobre rojo). Cobre plateado, para mejorar la atenuación a altísima frecuencia y por su estabilidad química en presencia de dieléctricos fluorados. Acero cobreado (copperweld), alambre obtenido por trefilación de cobre sobre un alma de acero. Si bien su conductividad normal es del 30% al 40% de la del cobre, a altas frecuencias (MHz) son prácticamente idénticas, a raíz del efecto piel (skin effect), mientras la carga de rotura mínima es de 77kg/mm<sup>2</sup> y el alargamiento el 1%. Este material se emplea por razones mecánicas en los cables de secciones inferiores”. (Callisaya, 2014)

#### **2.2.9.9 Aislante**

- **“Polietileno compacto:** es el material más empleado como aislante en los cables coaxiales, a raíz de su excelente constante dieléctrica relativa (2.25) y rigidez dieléctrica (18kV/mm).

- **Polietileno expandido:** introduciendo en el polietileno sustancias específicas que se descompongan con la temperatura generando gases, se obtiene polietileno expandido, con los poros uniformemente dispersados y no comunicantes entre ellos. La misma expansión se puede obtener con inyección de gas en el momento de la extrusión, obteniendo superiores características eléctricas.
- **Polietileno/ aire:** es obtenido con la aplicación de una espiral de polietileno alrededor del conductor central, a su vez recubierta con un tubo extruido de polietileno”.(Callisaya, 2014)

#### **2.2.9.10 Conductor Externo**

“Cobre: generalmente bajo la forma de trenza constituida por 16, 24 ó 36 hilos, con ángulos entre 30° y 45°. Cobre estañado: cuando se necesitan buenas características de soldabilidad. Cobre plateado: en presencia de aislantes fluorados (estabilidad química). Cintas de aluminio/ poliéster y aluminio/ polipropileno: aplicadas debajo de la trenza mejoran notablemente el efecto irradiante y disminuyen la penetración de señales externas”.(Callisaya, 2014)

#### **2.2.9.11 Cubierta Externa**

“Cloruro de polivinilo (PVC): es el material más empleado como cubierta; pudiéndose modificar sus características en función de exigencias específicas (bajas o altas temperaturas, no propagación de fuego, resistencia a los hidrocarburos, etc.). Uno de los requisitos básicos para el PVC de la cubierta es no contaminar, con la migración de su plastificante, el aislante interno; si esto ocurre, al cabo de poco tiempo se deterioran las características eléctricas del aislante, produciéndose un constante aumento de la atenuación. Polietileno: con una oportuna dispersión de negro de humo, para resistir mejor a las radiaciones ultravioletas.

Materiales fluorados (Tefzel y Teflón FEP): para empleo con altas temperaturas o en presencia de agentes químicos. Poliuretano: cuando se necesiten buenas características mecánicas”. (Callisaya, 2014)

#### **2.2.9.12 Elementos Autoportantes**

“En las instalaciones aéreas para sustentar el cable se emplean especiales construcciones que prevén un alambre o cable de acero puesto paralelamente al cable coaxial envolviendo los dos elementos, conjuntamente con una cubierta de PVC o polietileno, formando un perfil en ocho”.(Callisaya, 2014)

#### **2.2.9.13 Elección Del Cable Coaxial**

“Cada cable coaxial tiene que cumplir con los tres siguientes parámetros que son impuestos por el circuito al cual tendrá que ser conectado:

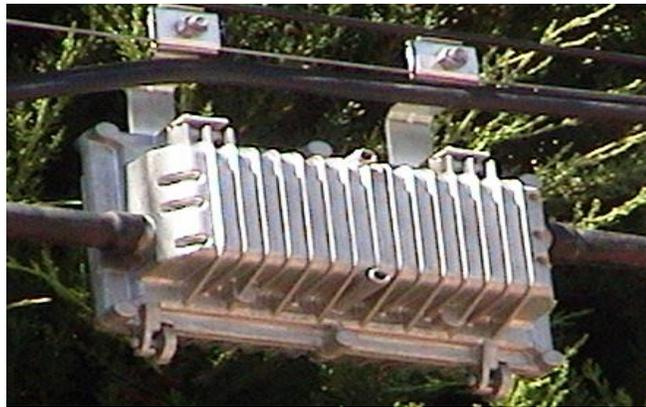
- impedancia característica
- frecuencia de trabajo
- atenuación máxima y/o potencia máxima Una vez definida la impedancia se puede elegir el cable”.

#### **2.2.9.14 Cables Flexibles**

“Este tipo de cables es utilizado para las bajadas a abonados desde los taps. Las medidas generalmente utilizadas son en orden creciente de diámetro: RG59, RG6 Y RG11. Los mismos pueden ser del tipo simple, doble o cuádruple mallado siendo este último el más utilizado por sus mejores características de blindaje. Adema pueden incorporar para su

tendido un “portante” o “mensajero”, el cual sirve para sujetar al cable en caso de tendido aéreo”.(Callisaya, 2014)

En todos los casos la impedancia característica es de 75 Ohm.

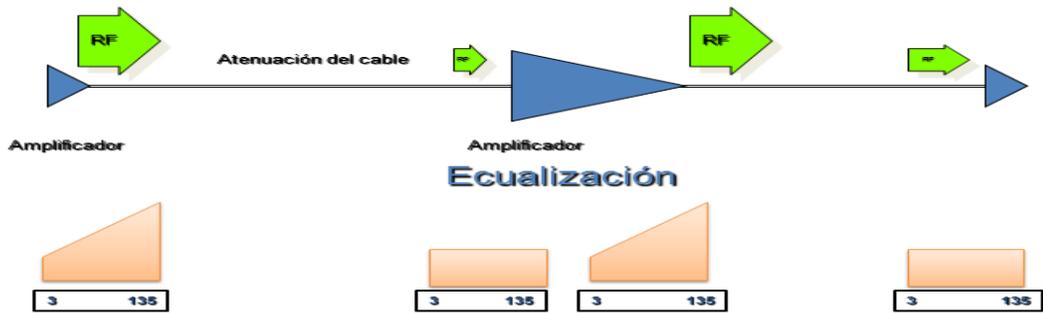


*Figura 2.12: Vista del cable Coaxial. Fuente: Fotografía Propia*

#### **2.2.9.15 Cables Semiflexibles**

“El tipo de conductor externo en este tipo de cable es semirrígido ya que no se trata de pequeños conductores trenzados sino de un "tubo" de aluminio, el cual también posee mejores cualidades mecánicas. Se utiliza para el tendido de redes troncales y de distribución a abonados”. (Callisaya, 2014)

Existen cuatro medidas básicas cuyas denominaciones son: .412, .500, .750 y 1", que corresponden a la medida del diámetro del conductor externo en pulgadas. Los mismos también se construyen provistos de un portante para el tendido aéreo.

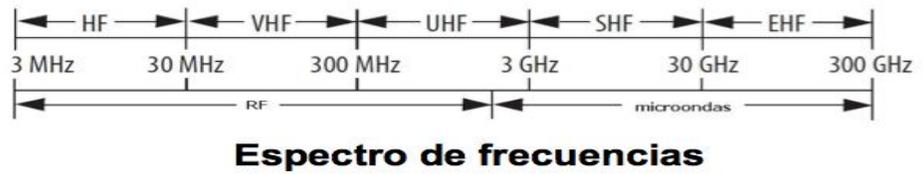


*Figura 2.13: Pendiente en los sistemas coaxiales*  
*Fuente: Silva, 2018*

### 2.2.9.16 Conectores de Cable Coaxial



**Gráfico de conectores según la frecuencia**



**Espectro de frecuencias**

*Figura 2.14: Tipos de Conectores Coaxiales. Fuente: Aburto, 2016*

### 2.2.10 Equipamiento de La Red Exterior

#### 2.2.10.1 Equipos Activos

##### 2.2.10.1.1 Amplificadores

“Son elementos capaces de aceptar un bajo nivel de señal a la entrada y entregar a la salida un nivel amplificado más alto, y así compensar las pérdidas que se tiene por el cable coaxial y conectores. Existiendo distintos tipos de amplificadores como ser:

- **btd – bt3** sistema de amplificación de rf con un ancho de 870 mhz la diferencia está en sus salidas (btd 4 y bt3 3)



*Figura 2.15: Amplificador de btd – bt3. Fuente: Silva, 2018*

- **El MB** .- amplificador que presenta una entrada y dos salidas donde en este equipo se puede seleccionar la terminal de salida.



*Figura 2.16: Amplificador de MB. Fuente: Silva, 2018*

- **El BHA.-** amplificador de RF que presenta una entrada y solo una salida se utiliza en acometidas de edificios



*Figura 2.17: Amplificador de HBA. Fuente: Silva, 2018*

### 2.2.10.2 Equipos Pasivos

“En la transmisión de señales vía red coaxial, se necesita una variedad importante de dispositivos para conducir la señal hasta la bajada domiciliaria. Se consideran pasivos a aquellos elementos que no proveen ganancia y no requieren para su funcionamiento estar alimentados con tensión alguna. Pero si deben tener la capacidad de permitir el paso de corriente AC a través de ellos para alimentar los elementos activos que están más adelante en la cascada. Estos dispositivos pueden clasificarse en:

- Divisores de línea (**spliters**)
- Derivadores (**coupler**)
- Dispositivos de distribución (**tap**)
- Insertores de AC a la red (**power insert**) etc.” (Silva, 2018)

### 2.2.10.2.1 Divisor o Splitters

“Son dispositivos que dividen la señal de RF, en dos partes iguales. Este elemento posee perdidas de inserción, de 3.5db

Existen divisores de 2, 3 y 4 salidas como se muestra en las siguientes figuras”.



**Figura 2.18:** Diagrama y Forma física del Divisor. **Fuente:** Silva, 2018

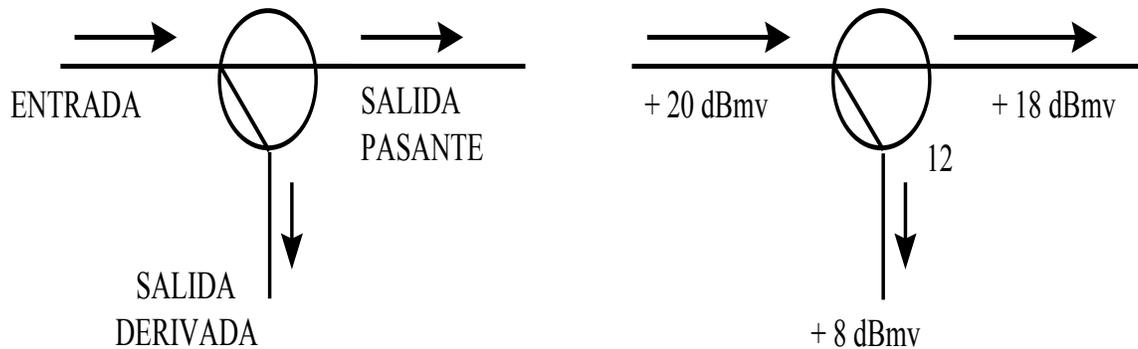


**Figura 2.19:** Diagrama y Forma física del Divisor. **Fuente:** Silva, 2018

### 2.2.10.2.2 Acopladores Direccionales

“Estos acopladores se emplean cuando se necesita derivar una parte de la señal de RF hacia una rama.

El valor del acoplador es en decibelios e indica cuantos decibelios por debajo de ese valor estamos extrayendo”. (Silva, 2018)



**Figura 2.20:** Diagrama y Forma física del Divisor. **Fuente:** Silva, 2018



**Figura 2.21:** Acoplador Direccional. **Fuente:** Silva, 2018

### 2.2.10.2.3 Tap

- “Este es un dispositivo que permite la distribución de las portadores radio frecuencia (video, datos, etc ) hacia el abonado
- Presenta un valor que representa la atenuación de este
- Además de la cantidad de bocas que nos permite el acceso hacia el usuario

- Se pueden encontrar taps de interiores generalmente utilizado en edificios, y taps para exteriores los que vemos en las redes de planta externa”. (Silva, 2018)



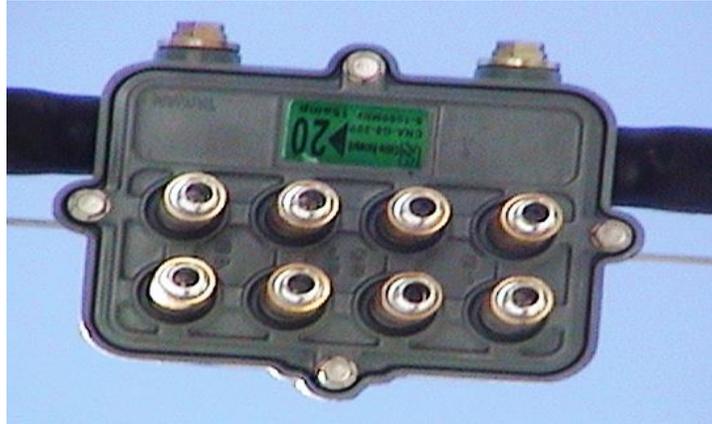
**Figura 2.22:** TAP interno, Atenuación por Salidas. **Fuente:** Silva, 2018



**Figura 2.23:** TAP 2 Salidas. **Fuente:** Silva, 2018



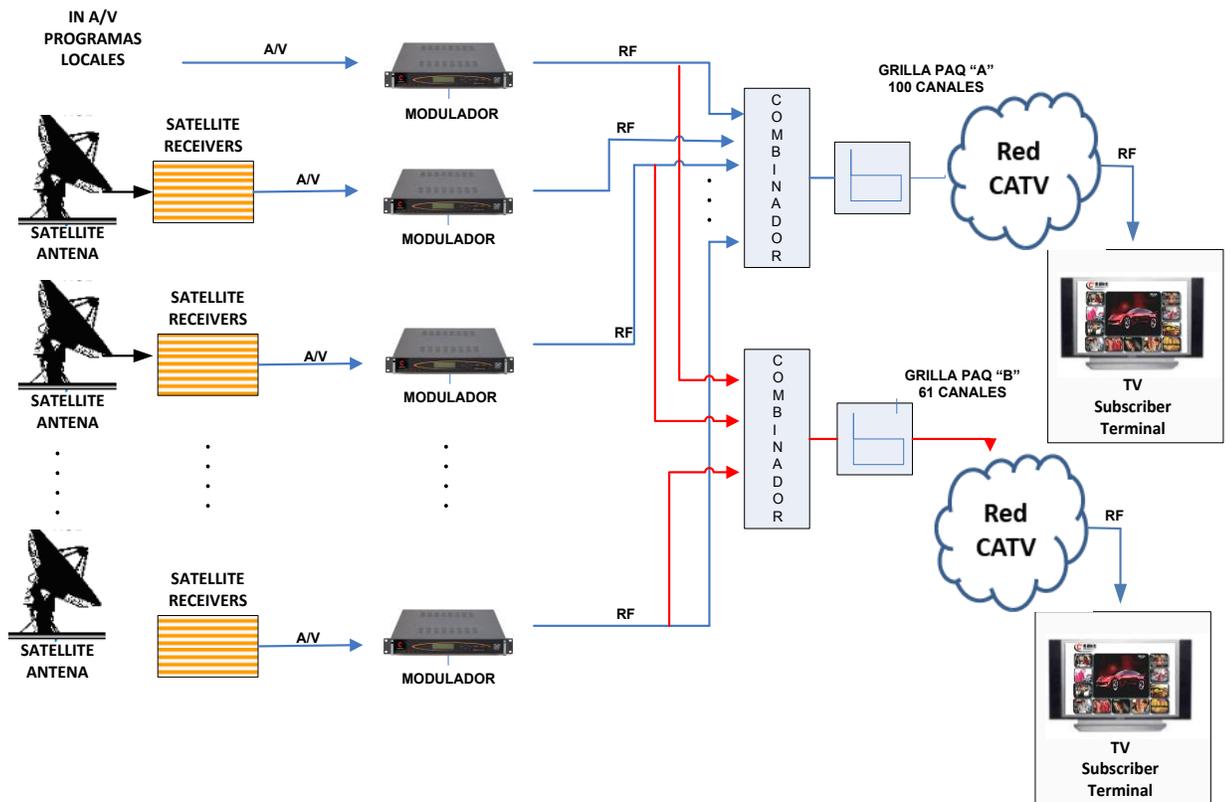
**Figura 2.24:** TAP 4 Salidas. **Fuente:** Silva, 2018



**Figura 2.25:** TAP interno, 8 Salidas. **Fuente:** Silva, 2018

### 2.3 Digitalización Parcial de la Grilla de CATV

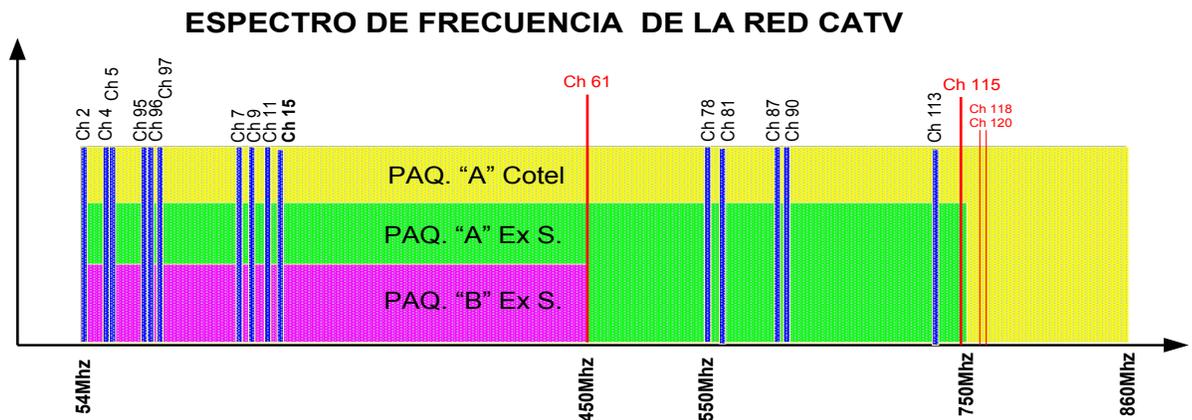
#### 2.3.1 Esquema Actual Cabecera Cotel Tv



**Figura 2.26:** Esquema Actual de la Red CATV COTEL. **Fuente:** Cotel, 2011

### 2.3.2 Espectro de Frecuencia de la Red CATV COTEL

- “El servicio de TV Cable es brindado por redes, Unidireccional y Bidireccional.
- La red Bidireccional, está destinada para el paquete “A” y servicios Triple Play, soporta anchos de banda de hasta 860Mhz.
- Redes Unidireccionales; Una destinada para el Paquete “A” que soporta anchos de banda de hasta 750Mhz. Dos para el paquete B, las cuales soportan anchos de banda de hasta 450Mhz y de hasta 550Mhz.
- Existen 9 canales que presentan interferencia, los cuales son comunes en todas las redes (CH. 2, 4, 5, 95, 96, 97, 7, 9, 11) y un canal destinado para el paquete de adultos (CH. 15).
- Existen 5 canales que presentan interferencia, los cuales son únicamente comunes en la red unidireccional y bidireccional del paquete “A””. (Cotel, 2011)



*Figura 2.27: Espectro de Frecuencia de la Red CATV. Fuente: Cotel, 2011*

### 2.3.3 Consideraciones para Digitalización Parcial de la Grilla de CATV

- “Una cabecera completamente digitalizada permite una flexibilidad en la inserción y envío de señales en formato digital por la grilla de canales.

- Se prevé el envío simultáneo de las actuales grillas de canales analógicos y la nueva Grilla Digital Premium.
- Considerar la migración directa del CH. 15 (paquete para adultos) a señal digital, de esta manera se tendrá una mejor rentabilidad por la señal.
- Al convertir el CH. 15 a señal digital se podrá contar con 10 señales de 6 Mhz comunes en ambas grillas.
- Las 22 señales Premium (SD y HD) a insertar, requieren de 6 canales de 6 Mhz.
- Los 4 canales de 6 Mhz restantes se utilizarían para inserción de señales existentes bajo criterio comercial (canales de; novelas, deportivos, películas, etc.).
- Si se insertan únicamente señales SD se podría adicionar 24 señales digitales en los 4 canales de 6 Mhz.
- De los 101 canales existentes se tiene:
  - 57 señales con salidas analógicas de las cuales 22 son locales.

- 44 señales con salidas ASI (Asynchronous Serial Interface)”. (Cotel, 2011)

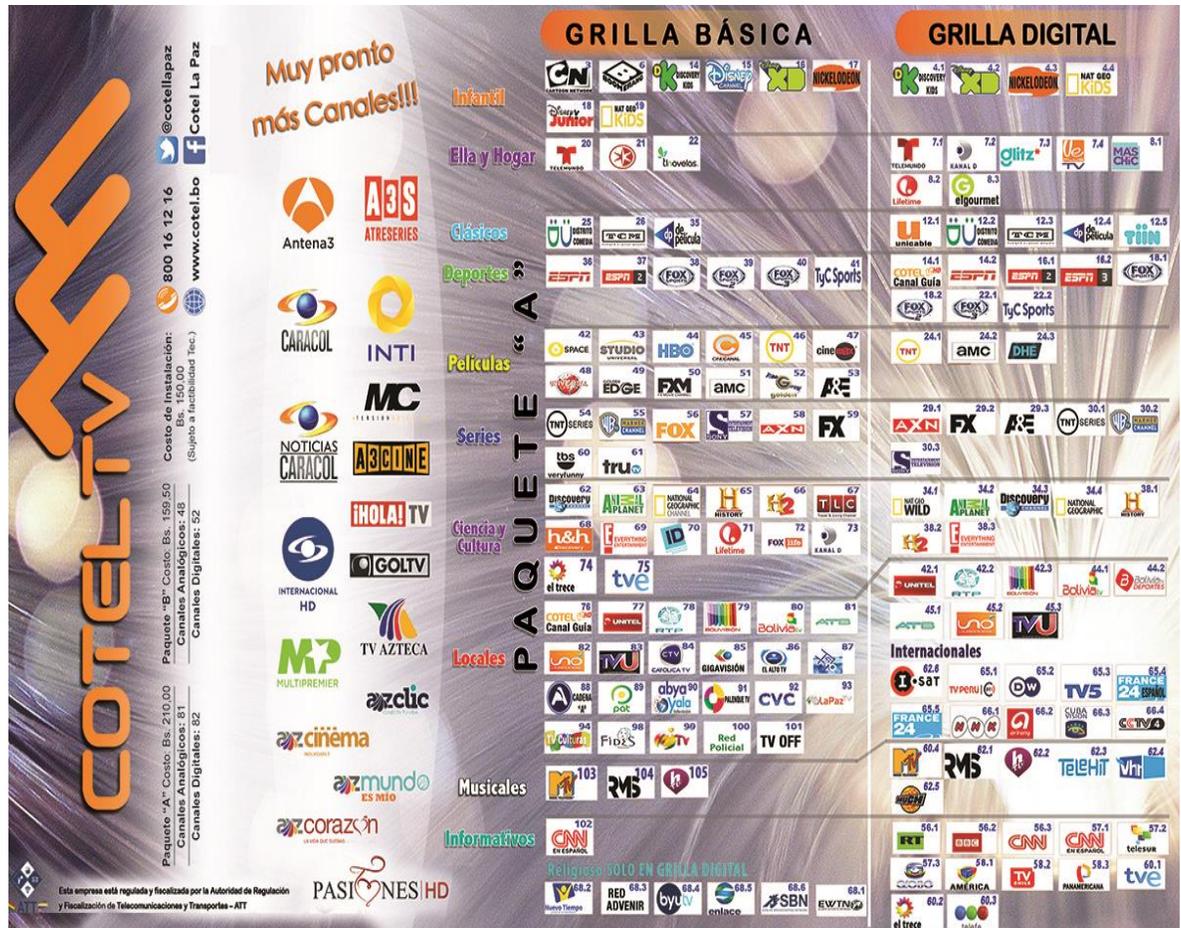


Figura 2.28: Publicidad de la Grilla de COTEL. Fuente: Cotel, 2011

## 2.3.4 Equipamiento Requerido para la Digitalización

### 2.3.4.1 Equipamiento para Cabecera

- Encoder
- Multiplexor
- Scrambler
- Modulador
- CAS (Sistema de Acceso Condicional)
- Encryptor
- EPG (Guía de Programa Electrónica)

- Switch para integración
- Modem GSM
- Insertor de publicidad
- Monitor Multipantalla

### 2.3.4.2 Equipamiento para Usuario

- STB (Set Top Box) full HD
- Smart Card

### 2.3.4.3 Digitalización Completa de la Cabecera con Adición de Canales Premium

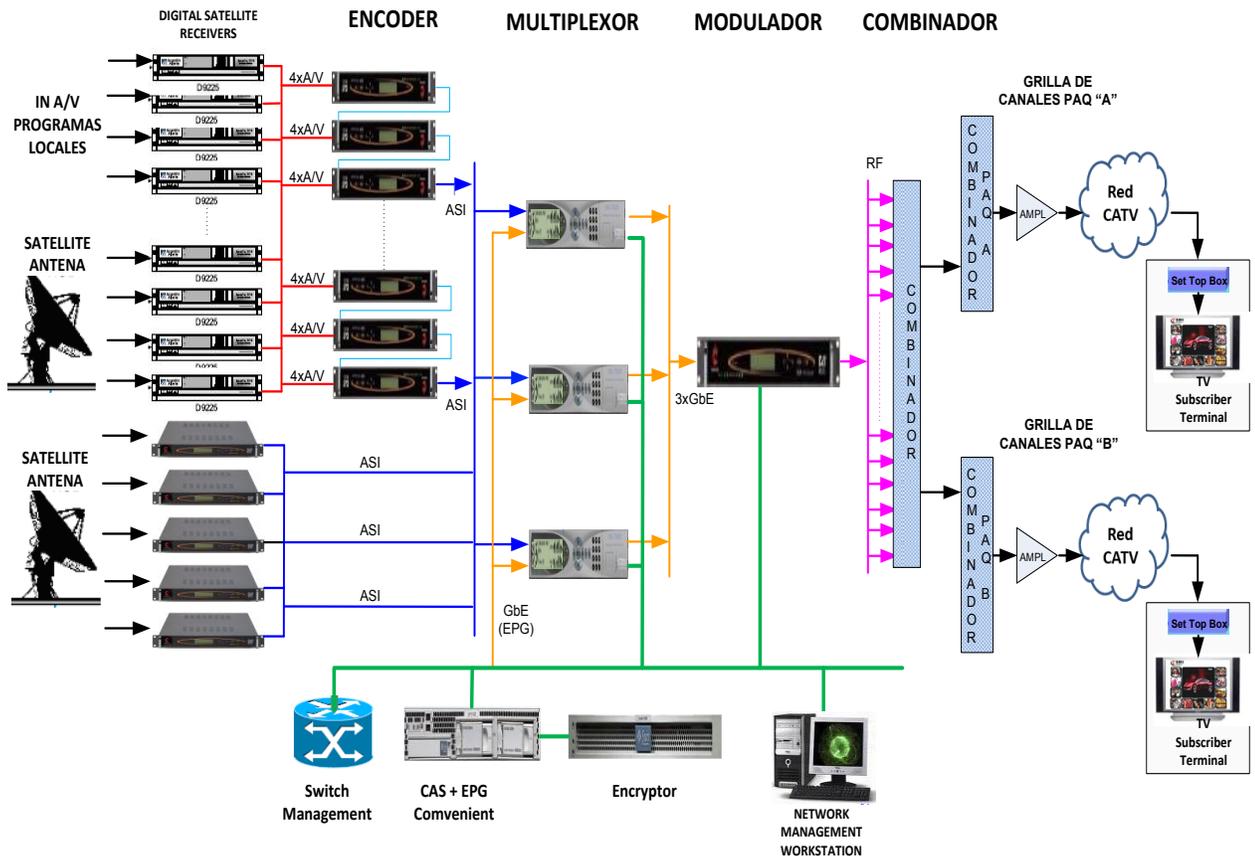
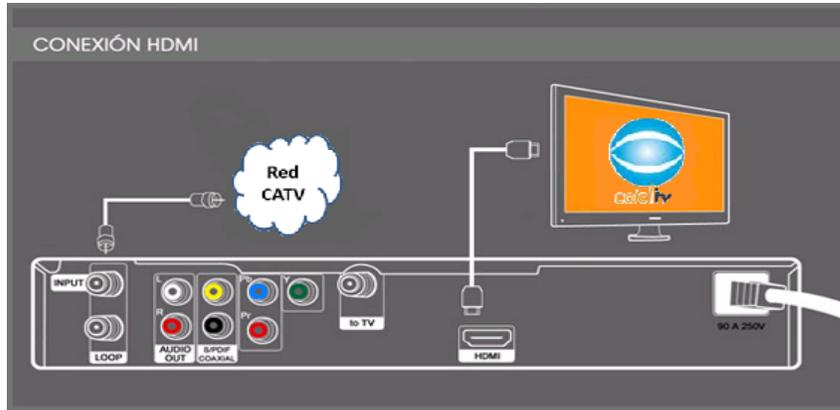
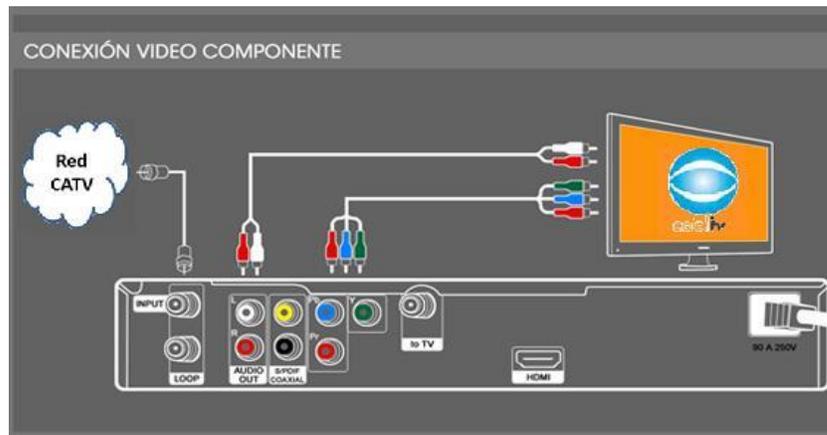


Figura 2.29: Esquema de Digitalización de COTEL. Fuente: Cotel, 2011

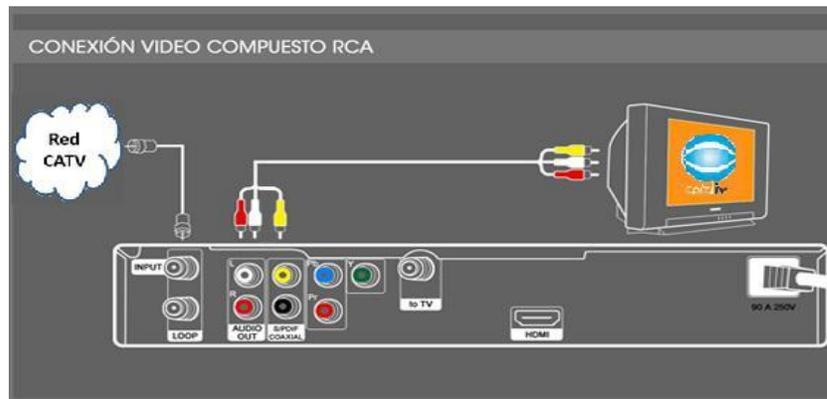
### 2.3.5 Instalación de Equipo STB en Usuario



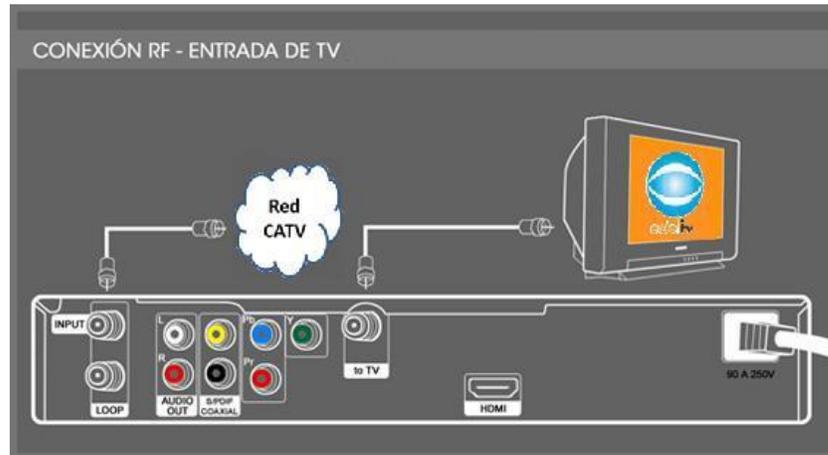
*Figura 2.30: Instalación de Equipo STB: Conexión HDMI. Fuente: Cotel, 2011*



*Figura 2.31: Instalación de Equipo STB: Conexión Video Fuente: Cotel, 2011*



*Figura 2.32: Instalación de Equipo STB: Conexión Video RCA. Fuente: Cotel, 2011*



**Figura 2.33:** *Instalación de Equipo STB: Conexión RF. Fuente: Cotel, 2011*

- “El envío de señales en formato digital por la actual grilla permitirá que los usuarios aprecien la calidad de los diferentes programas e incentivará al usuario para su cambio a servicio digital (en función a una política comercial).
- La digitalización de canales permitirá crear paquetes de canales, con lo cual algunos canales pueden ser eliminados de la grilla analógica. (ej. Paquete de canales Internacionales, etc.)
- El Área Comercial deberá considerar el retiro de canales analógicos y convertirlos a señal digital, para crear paquetes orientados a mercados específicos.
- Debe crearse planes y políticas para la comercialización de los STB.
- Inmediatamente iniciado el proyecto debe crearse un plan a mediano plazo para migración completa de usuarios analógicos a usuarios digitales.
- En los nodos de la red bi-direccional se debería pensar en instalar todo usuario nuevo como usuario digital.
- Considerar el cambio de elementos; nodos, amplificadores, Taps, etc. En la red del paquete B, para ampliación en respuesta de frecuencia de 450 Mhz a 550 Mhz. (Cotel, 2011)

### 2.3.6 Digitalización Parcial, “Canales Premium “

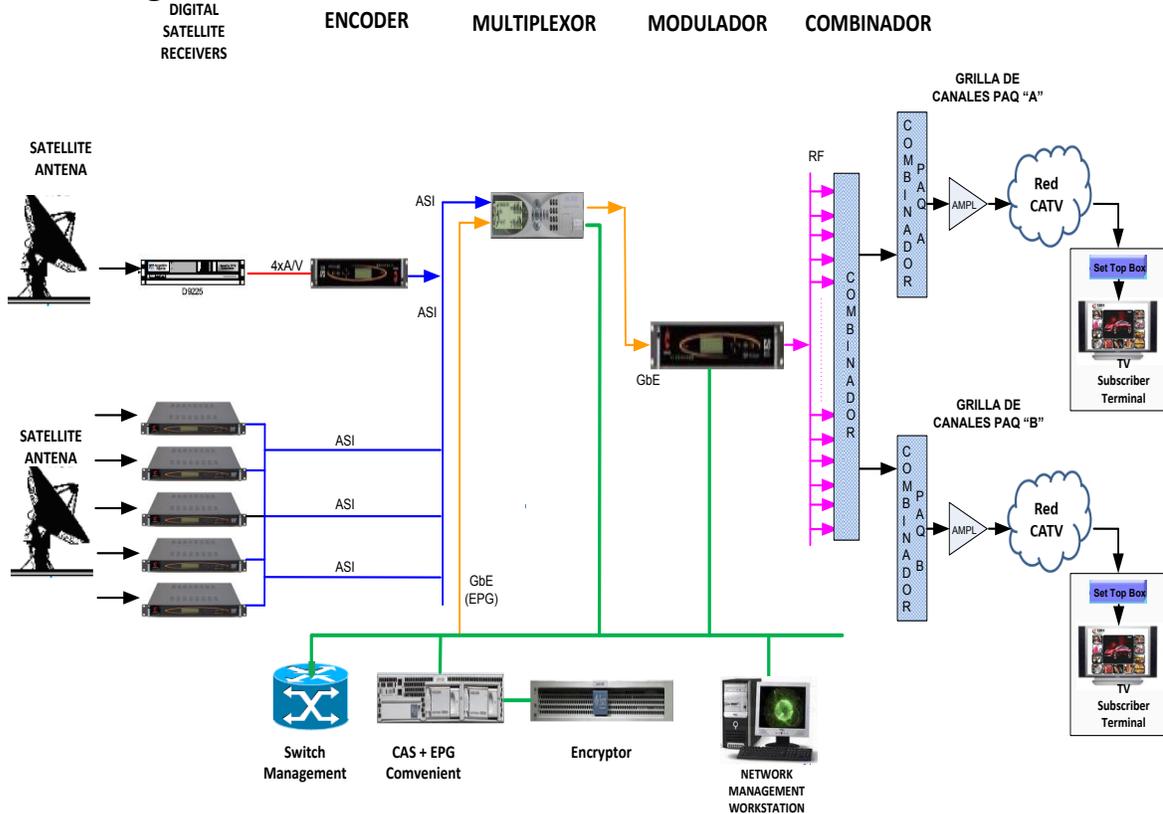


Figura 2.34: Esquema de Digitalización de Canales Premium. Fuente: Cotel, 2011

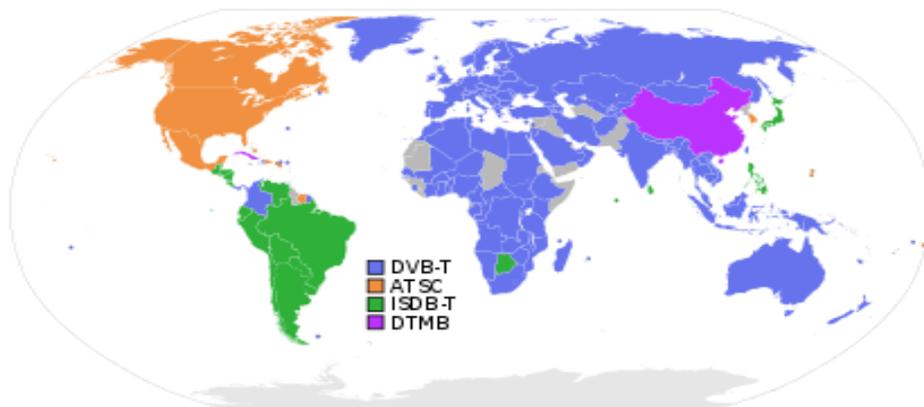
### 2.4 Norma de Digitalización Internacional ISDB-T

“ARIB (Asociación de Industrias y Negocios de Radiodifusión) es la entidad encargada de crear y mantener el ISDB-T, congrega a una multitud de empresas -japonesas y extranjeras- en el negocio de producir, financiar, fabricar, importar y exportar bienes de consumo relacionados con la radiodifusión.

En cuanto a la Radiodifusión Digital, el ARIB ha creado 4 estándares para su funcionamiento: El ISDB-T (televisión digital terrestre), ISDB-S (televisión digital satelital), ISDB-C (televisión digital por cable) y banda 2.6GHz para transmisión móvil, los que pueden ser obtenidos gratuitamente en el sitio web de la organización japonesa

DiBEG y en ARIB. Estos estándares utilizan MPEG-2 y son capaces de entregar televisión de alta definición. Tanto ISDB-T como su variante internacional, ISDB-Tb permiten recepción de teléfonos móviles en bandas de TV. 1seg es el nombre de un servicio ISDB-T para recepción en telefonía móvil, computadores portátiles y vehículos.

La norma fue nombrado por su similitud con ISDN (*Integrated Services Digital Network* en inglés), porque ambas permiten la transmisión simultánea de múltiples canales de datos (un proceso llamado multiplexación). También se parece a otro sistema de radio, denominado Eureka 147, que llama a los grupos de estaciones en una transmisión "un ensamble"; es muy parecido al estándar DVB-T que también es multicanal. ISDB-T opera en canales de TV sin usar, una aproximación tomada por otros países para televisión, pero nunca antes para radio". (<https://es.wikipedia.org/wiki/ISDB-T>)



**Figura 2.35:** *Sistemas de televisión digital terrestre.*

**Fuente:** <https://es.wikipedia.org/wiki/ISDB-T>

Sistemas de televisión digital terrestre. Los países que usan ISDB se muestran en verde.

#### **2.4.1 Receptor TV, decodificadores y receptores móviles**

“Existen dos tipos de receptor del sistema: el decodificador o adaptador y el televisor. La relación de aspecto de la televisión ISDB es de 16:9; los televisores que cumplen estas

especificaciones son llamados Hi-vision TVs. Existen 6 tipos de televisor: CRT, Pantalla de plasma, LCD, DLP, Pantalla LED y Pantalla 3D”. (<https://es.wikipedia.org/wiki/ISDB-T>)



**Figura 2.36:** Decodificador ISDB-T utilizado por la televisora chilena Canal 13HD.  
**Fuente:** <https://es.wikipedia.org/wiki/ISDB-T>

“Los conectores de la parte trasera del decodificador van desde uno para el Home Cinema, Entrada Óptica de Audio Digital, una entrada IEEE 1394, entre muchas otras. 1seg es un servicio de transmisión de audio/video digitales terrestres móviles y datos. El servicio comenzó experimentalmente en 2005, y oficialmente el 1 de abril de [2006]. El primer teléfono móvil para 1seg fue vendido por KDDI en el otoño boreal de 2005. La transmisión digital terrestre en Japón (el ISDB-T) se diseñó para que cada canal se dividida en 13 segmentos (más un segmento para separar los canales). La transmisión de HDTV ocupa 12 segmentos, y el segmento 13 se usa para los receptores móviles. Así el nombre, '1seg.' La transmisión 1seg usa vídeo H.264 y audios AAC, encapsulados en canales MPEG2. 1seg, como ISDB-T también usa 64QAM para la modulación, con una relación de 1/2 FEC a 1/8. La resolución máxima de vídeo es de 320 x 240 píxeles, y el máximo de transporte de vídeo es de 128 kbit/s. El audio conforma un perfil AAC-LC, con máx de transporte de 64 kbit/s. La transmisión de datos adicionales usando BML (EPG, servicios interactivos, etc.) ocupa el resto de 60 kbit/s. Los accesos condicionales y control de copiado no existen en la transmisión 1seg, sin embargo cada fabricante de receptores puede limitar la función de grabado. Por ej., el receptor W33SA solo permite registrar la transmisión 1seg a la memoria interna, y bloquea la copia o traslado a tarjetas externas miniSD”. (<https://es.wikipedia.org/wiki/ISDB-T>)

## 2.4.2 Compresión de vídeo y audio

“El ISDB ha adoptado el MPEG-2 para la compresión de vídeo y audio. Los estándares ATSC y DVB adoptaron también el mismo sistema. DVB e ISDB permiten también el uso de otros métodos de compresión de video, incluyendo MPEG-4 y JPEG, aunque este último es solamente una parte requerida por el estándar MHEG. La versión japonesa-brasilera, el ISDB-Tb, usa para la transmisión digital el MPEG-4 y el audio en HE-AAC. La mayoría de los países de América del Sur han adoptado el ISDB-Tb con tales modificaciones. En paralelo se continúa el desarrollo del 4K”.<sup>30</sup>

## 2.4.3 Transmisión

“El ISDB utiliza distintos sistemas de modulación para hacer más efectiva su llegada al usuario, dependiendo de los requerimientos de las bandas de frecuencia. ISDB-S (satelital) que usa la banda de 12 GHz usa modulación PSK, la transmisión de audio en 2.6 GHz usa CDM e ISDB-T (en bandas VHF y UHF) usa COFDM con PSK/QAM”.(<https://es.wikipedia.org/wiki/ISDB-T>)

## 2.4.4 ISDB-S

“**ISDB-S (ISDB-Satélite)** es la norma digital para la televisión por satélite.<sup>56</sup>Las únicas diferencia con el resto del sistema ISDB<sup>7</sup> son el uso de 8-PSK/PSK en un solo portador y las especificaciones para la codificación de la transmisión satelital y el receptor. Las transmisiones bajo esta norma empezaron el 1 de diciembre de 2000”. (<https://es.wikipedia.org/wiki/ISDB-T>)

## 2.4.5 ISDB-C

“**ISDB-C (ISDB-Cable)** es la norma digital para la televisión por cable. Las únicas diferencia con el resto del sistema ISDB<sup>7</sup> son el uso 64QAM en un solo portador y las especificaciones para la codificación de la transmisión al cable y el receptor. La

especificación técnica es desarrollada por Japan Cable Television Engineering Association (JCTEA), a diferencia del resto del ISDB que lo efectúa ARIB”. (<https://es.wikipedia.org/wiki/ISDB-T>)

#### **2.4.6 ISDB-Tsb**

“**ISDB-Tsb** (terrestrial sound broadcasting) es la norma para la radio digital terrestre. La especificación técnica es la misma que ISDB-T. ISDB-Tsb soporta el codec MPEG2, transmitida por BST-OFDM usando 1 o 3 segmentos, siendo compatible con el servicio 1Seg de ISDB-T. Su implementación está planificada para julio de 2011, después del apagón de la televisión analógica y usaría dichas frecuencias liberadas (90-108 MHz). La radiodifusión analógica en FM de Japón (que se ubica entre 76 y 90 MHz) no sería reemplazada. El ISDB-Tsb sería un servicio radial complementario al FM analógico. Se efectúan transmisiones de pruebas desde en octubre de 2003 en Tokio y Osaka patrocinadas por Digital Radio Promotion Association (DRP). En este caso se están usando las frecuencias correspondientes al canal 7 en VHF (188-192 MHz)”. (<https://es.wikipedia.org/wiki/ISDB-T>)

#### **2.4.7 ISDB-Tmm**

“**ISDB-Tmm** (Terrestrial mobile multi-media) es un servicio de contenidos de multimedios (audio, video y datos) para equipos móviles o portátiles.<sup>121314</sup> Comparte las mismas especificaciones técnicas generales que el ISDB. Sin embargo en una misma señal de transmisión, 6MHz de ancho, cada uno de los 13 segmentos son servicios independientes, pudiendo cada uno usar distintas formas de compresión de audio, video o datos, así como modalidades de modulación. Por tanto, el ISDB-Tmm es un sistema que opera sobre la base de los servicios 1seg e ISDB-Tsb mejorado, ya que permite recibir y vincular los contenidos de dichos servicios, además de guardar otros en el aparato receptor”. (<https://es.wikipedia.org/wiki/ISDB-T>)

“Este servicio usaría la banda VHF (170-222 MHz) después del apagón de la televisión analógica en julio de 2011. Su desarrollo ha estado a cargo de Multimedia Broadcasting Planning LLC, (2006 a 2008) y Multimedia Broadcasting Inc<sup>15</sup> (desde diciembre de 2008) integrada por NTT DoCoMo, Fuji Television Network, Itochu Corporation, SKY Perfect y Nippon Broadcasting System. Se han efectuado pruebas desde marzo de 2008 con transmisiones desde la Torre de Tokio.

El sistema está en competencia con MediaFLO<sup>16</sup> de Qualcomm que es apoyado por los operadores de telefonía móvil KDDI y SoftBank”.(<https://es.wikipedia.org/wiki/ISDB-T>)

#### **2.4.8 ISDB-Tb**

“El ISDB-Tb (ISDB-T Built-in), también denominado *ISDB-T International* y SBTVD (*Sistema Brasileiro de Televisão Digital*, Sistema Brasileño de Televisión Digital) es un estándar de televisión digital, basado en el sistema japonés ISDB-T, que inició sus servicios comerciales y públicos el 2 de diciembre de 2007 en Brasil.

Se diferencia básicamente de la norma japonesa por el uso del códec MPEG-4 (H.264) para compresión de vídeo estándar en lugar de MPEG-2 como en ISDB-T, compresión de audio con HE-AAC, modulación en (BST-OFDM-TI), presentación de 30 cuadros por segundo incluso en dispositivos portátiles, a diferencia de los 15 cuadros por segundo para equipos móviles en la norma ISDB-T e interacción utilizando el middleware o software de soporte de aplicaciones distribuidas o intermediario, desarrollado en Brasil y denominado Ginga, compuesto por los módulos *Ginga-NCL*, usado para exhibir documentos en lenguaje NCL (*Nested Context Language*) y *Ginga-J* para aplicaciones escritas en lenguaje Java. En el caso de la norma original ISDB-T, este software es el Broadcast Markup Language (BML). Esto ocasiona que los receptores ISDB-T no sean compatibles con las señales desarrolladas para la norma ISDB-Tb, aunque éstos últimos si son compatibles con los de la versión original. Además, es

posible utilizar SBTVD/ISDB-Tb en 6 MHz, 7 MHz u 8 MHz si es requerido porque el sistema es totalmente compatible”.(<https://es.wikipedia.org/wiki/ISDB-T>)

En enero de 2009, la Agencia Brasileño-Japonesa, grupo de estudio para la televisión digital, terminó y publicó un documento de adhesión a la especificación ISDB-T con el brasileño SBTVD, resultando en una especificación que ahora se llama **ISDB-T Internacional**. ISDB-T Internacional es el sistema que es propuesto por los gobiernos de Japón y Brasil para otros países de América Latina y del mundo.

Esta propuesta ya ha sido aceptada en Argentina, Bolivia, Chile, Costa Rica, Ecuador, Filipinas, Nicaragua, Paraguay, Perú, Uruguay, Venezuela y en El Salvador a partir de mayo de 2017.

## CAPÍTULO III

# DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA PASANTÍA EN LA EMPRESA

### 3.1 Introducción

El departamento de Transmisión Energía y laboratorio está encargada de la parte operativa de la empresa, estas desempeñan distintas labores, distribuidas por secciones como se puede observar en el Capítulo I. en cada sección se tiene la cantidad necesaria de personal el cual se encargan de las distintas tareas, existen secciones como la de energía y laboratorio que funcionan 24 horas al día y 7 días de la semana.

En general esta área es el motor de la Cooperativa ya que se encargan de que los servicios que se ofrecen al mercado lleguen con éxito al destino o abonados, COTEL por ser una de las empresas de telecomunicaciones más antiguas, también cuentan con redes que datan del mismo tiempo y es por esta razón que el trabajo que se realiza en esta Área es demasiado importante, porque se debe mantener un servicio que este a la altura de la competencia del mercado actual. El constante mantenimiento operativo que se debe de realizar deben ser en periodos cortos para no tener consecuencias que dañen la imagen de la Empresa.

Dentro de la clasificación de los trabajos que se realizan en la cooperativa, para asignar tiempos a los trabajos estas son una valiosa ayuda para proceder previamente a la clasificación de los mismos.

Una posible clasificación, con la que el personal operativo de la cooperativa trabaja sería la siguiente:

1. **Pequeños trabajos no rutinarios:** De menos de 4 horas de duración.
2. **Trabajos rutinarios:** Repetitivos y previsibles, ejecutados por un equipo fijo asignado a cada instalación. Es útil disponer de tiempos asignados y procedimientos de trabajo.
3. **Trabajos de mantenimiento diversos:** Son la mayor parte de los trabajos de mantenimiento, aparecen con cierta repetitividad y no con una gran variabilidad. Es necesario tener tiempos (con la precisión indicada) y procedimientos de trabajo escritos.
4. **Trabajos de ayuda a la actualización:** Ajustes, cambios de formato, etc. Se deben tener procedimientos y tiempos para las pruebas. Para los no repetitivos basta con los tiempos. Son estos los trabajos que se realizan eventualmente en la cabecera de COTEL.
5. **Trabajos de mantenimiento extraordinario:** Grandes revisiones ó reparaciones. Interesa disponer de procedimientos y la ayuda de manuales además de disponer de tiempos de intervención.

Para conocer los tiempos de trabajos que serán necesarios para realizar los trabajos, el personal mensualmente necesita:

- Programarlos
- Medir la eficacia de los equipos e instrumentos
- Mejorar los métodos

- Implantar un sistema de rutinas de mantenimiento.

También es necesario considerar el ciclo completo del trabajo (todas las especialidades y todos los tiempos), para ello el personal realiza una planificación mensual tomando en cuenta los siguientes parámetros:

- Tiempo de desplazamiento
- Tiempo de preparación
- Tiempo de ejecución
- Tiempo de esperas, imprevistos

Una vez considerada todos estos factores se realizan una planificación mensual previa aceptación y visto bueno del jefe del área correspondiente. Tomando en cuenta:

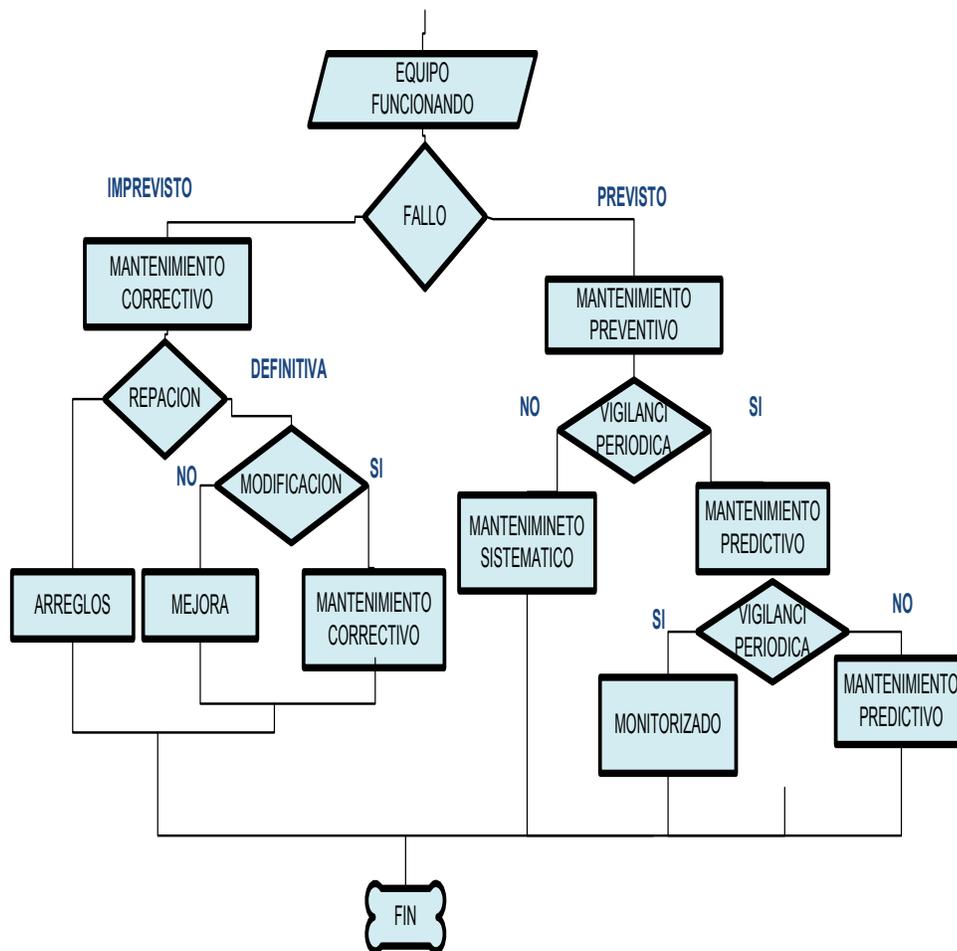
- Identificación del trabajo
- Planificación
- Programación
- Asignación
- Ejecución

El trabajo que realiza el Área de Transmisión, Energía y Laboratorio se basa en el Mantenimiento Operativo el cual se especifica en la siguiente figura:



**Figura 3.1:** Niveles de mantenimiento. **Fuente:** Elaboración Propia

Tomando en cuenta el esquema de mantenimiento vista en la figura anterior, ante cualquier falla o error se debe considerar casos previstos e imprevistos de situaciones reales a la que el personal está expuesta día tras día, a continuación mostraremos un esquema que nos muestra el algoritmo a la hora de la toma de decisiones del tipo de mantenimiento que se debe realizar ante cualquier situación. A continuación mostraremos las distintas fases en las tomas de decisiones.



**Figura 3.2:** Diagrama de mantenimiento para la toma de decisiones. **Fuente:**  
Elaboración Propia

Tomando en cuenta el algoritmo anterior a continuación mencionaremos las tareas que se realizaron en el periodo de pasantía.

### 3.2 Sección de CATV- Cabecera

La cabecera de Cotel está ubicada en la Zona de Villa San Antonio, desde ahí se maneja y monitorea todo referente a Cotel Tv, se maneja la grilla de cada paquete, y constantemente se va actualizando e innovando en cuanto a calidad y servicio se refiere.

Otro servicio que nos brinda esta área es el **Control de Calidad de Radio Frecuencia** (CCRF), es una línea abierta brindada a los abonados, donde estos pueden pedir asesoramiento en cuanto a la configuración digital de sus aparatos y consultas sobre la programación de su grilla y otros, o hacer reportes de fallas donde el personal encargado brinda el servicio a domicilio.

Durante el tiempo de pasantía en el Área de CATV se realizó las siguientes actividades.

- Para tener una idea más clara en un inicio en el área de CATV se realizó la respectiva capacitación con la teoría necesaria para tener claro el funcionamiento.
- Reconocimiento de los equipos y predios de la misma.
- Reconocimiento de equipos de transmisión, modulación y recepción.
- Cambio de moduladores con fallas.
- Capacitación de la parte digital.
- Arreglo de moduladores en mal estado.
- Verificación de Audio e Imagen mediante mediciones con el analizador de espectros.
- Configuración a equipos digitales.
- Capacitación, Normas de Digitalización.
- Capacitación respecto a CCRF (Control de Calidad de radio Frecuencia).
- Visita los Hub's.
- Solución a fallas de abonados de CATV.

A continuación describiremos algunas de las actividades que se realizaron durante el tiempo de pasantía.

En el siguiente grafico podemos ver la terraza de la Cabecera de Cotel, dado que en un principio se realizó la respectiva capacitación posteriormente a ello se hizo el reconocimiento de todas las instalaciones. Como pudimos ver en un capítulo anterior

una de las partes de una Cabecera es la de **recepción**. Cotel realiza la recepción de la señal mediante antenas Satelitales, esta principalmente para los canales internacionales, ya que para los canales abiertos nacionales se tiene la recepción mediante Aire como también de Fibra Óptica. Antiguamente se realizaba la recepción mediante señales de Microondas, pero debido al crecimiento en el área urbana esta se hizo obsoleta ya que poco a poco no se podía obtener una buena línea de vista, pero en el Área Rural Aun se sigue manteniendo este tipo de recepción



***Figura 3.3:** Terraza de las Instalaciones de la Cabecera de Cotel,  
**Fuente:** Fotografía Propia*

Las tareas que se realizan en la Cabecera de Cotel son diversas ya que esta también se encarga de la programación del Canal guía de Cotel Tv, realizando spots publicitarios de la programación y también de la capacitación de configuración para los canales digitales. En la siguiente grafico se puede apreciar la sala de Monitoreo y en si toda la parte de la **Modulación y transmisión** de los canales de Coctel Tv, es en esta sala donde se realiza las constantes pruebas para la optimización de la grilla de los diferentes paquetes que se

le ofrecen al abonado, y que gracias a ello se va aumentando la variedad de canales con el cambio de analógicos a Digitales, es también de este lugar donde se puede realizar los cortes y habilitaciones de Abonados que cuentan con el decodificador de Cotel.



**Figura 3.4:** Sala de Control y Monitoreo de la Cabecera de Cotel Tv.  
**Fuente:** Fotografía Propia

### **3.3 Transmisión Urbana y Rural**

La sección de Transmisión Urbana y Rural es la encargada de brindar un servicio adecuado a los clientes en cuanto a telefonía Fija se refiere, además de hacer el mantenimiento preventivo y correctivo correspondiente a las centrales telefónicas tanto principal y remota.

En el área rural esta labor es un poco más amplia ya que se realiza todo lo referente a los servicios que se brinda en las diferentes comunidades.

Durante el periodo en el Área de transmisión Urbana se realizó las siguientes actividades:

- Capacitación PCM
- Manuales SH- SDH
- Visita a la central telefónica de Ciudad Satélite
- Solución de fallas Villa San Antonio- Miraflores
- Capacitación manuales multiplicación 2/8,8/34 y 34/140
- Visita a las estaciones remotas
- Visita a las estaciones centrales
- Solución de la red Dos Torres- Sopocachi
- Visita a los Shelters ( Villa Copacabana)
- Configuración de RSI

Una de las secciones inmersas en el Área de Transmisiones es la de Fibra Óptica, y como se puede observar en la siguiente figura se cuenta con todos los elementos adecuados para realizar la fusión de Fibra Óptica.



**Figura 3.5:** Herramientas de Fusión de Fibra Óptica. **Fuente:** Fotografía Propia

En la parte Rural se realizó las siguientes actividades:

- Distendido de la Red de Telefonía Palomar
- Optimización de la Red Pucarani- Japuta desde la estación Rural de ciudad Satélite (de 89 dB a 80 dB).
- Mantenimiento preventivo en la estación telefónica de Mururata
- Solución de falla del Monocanal de Watajata
- Solución en la energía eléctrica de Warisata
- Restauración del canal 15 en la mini- Cabecera de Achacachi
- Solución en la alimentación de telefonía de Cacani

Dado al constante crecimiento de la Telefonía celular no solo en el área urbana sino también en el Área Rural, la telefonía fija deja de ser útil para los pobladores, ya que les es más fácil adquirir una teléfono celular y hacer uso de la misma, este fue el caso de la población de el Palomar donde se tuvo que hacer el recojo de toda la red de conexión para telefonía con la que contaba la alcaldía de la población.

Se realizó el recojo de más de 10 Km de Cable.



***Figura 3.6:*** recojo de la red de Cable en la población del Palomar.  
***Fuente:*** Fotografía Propia

Todas las estaciones que se encuentran en las diferentes poblaciones donde aún se tiene el servicio de Cotel cuentan con un personal (sereno) para el cuidado de las instalaciones de la misma además de informar sobre algunas fallas posibles que puedan ocurrir por el aspecto climatológico u otras.

Este fue el caso de la población de Warisata donde se tuvo una falla de energía dado el clima de la temporada, la solución se la dio con el personal de ENDE y Cotel. En Warisata se cuenta con un Container como podemos observar en la siguiente figura.



**Figura 3.7:** *Conteiner de la Población de Warisata. Fuente: Fotografía Propia*

Cotel también cuenta con monocanales en distintas poblaciones las siguientes fotografías mencionaremos algunas de ellas.

El problema que tuvo el monocanal de la población de Watajata fue por la obstrucción que causaba un árbol, por esta razón la antena no tenía una correcta línea de vista con el cerro de Japuta, se tuvo que elevar la misma para solucionar el problema.



**Figura 3.8:** Monocanal de la población de Watajata. **Fuente:** Fotografía Propia

En la población de Huarina se tuvo otro tipo de problema, dado a la construcción de una cancha de Césped y los escombros que provoco, el poste de sostiene el monocanal de esa población se mostró afectada, y se tuvo la labor de estabilizar el poste y verificar el correcto funcionamiento de la misma.



**Figura 3.9:** Monocanal de la población de Huarina. **Fuente:** Fotografía Propia

El siguiente grafico nos muestra cómo se realizó la ampliación de una red de fibra óptica en la población de Wajchilla, donde se tuvo que realizar la fusión de fibra óptica en la parte trasera de la camioneta. En la imagen podemos observar cómo se están armando los casetes ópticos



*Figura 3.10: Ampliación de la red óptica de Wajchilla. Fuente: Fotografía Propia*

Parte del trabajo del personal de la Rural no solo es ir a solucionar las fallas, que normalmente son comunes ya que es las instalaciones no hay personal capacitado para la misma, si no que cada cierto periodo de acuerdo a la necesidad se realiza la respectivo mantenimiento, y el mismo es comúnmente a toda la parte de alimentación.



*Figura 3.11: Estación en el Cerro de Cacani. Fuente: Fotografía Propia*

### **3.4 Energía Y Laboratorio**

Como ya se había mencionado el área de energía se encarga de todo el mantenimiento preventivo y correctivo del suministro de energía para todas las centrales telefónicas y algunas de las tareas que se realizó durante el periodo de la pasantía fueron:

- Lectura de manuales Siemens RG-12
- Mantenimiento preventivo (Obrajes, Irpavi)
- Lectura de manuales de apoyo de transmisión urbana
- Retiro de cables de alimentación de ADCL (San Pedro)

- Instalación de acometida Eléctrica DC para equipos DSLAM (Alto Lima)
- Lectura de manuales Siemens RG-20
- Atención de falla por corte de energía DELAPAZ
- Atención de la falla inversor (Miraflores)
- Mantenimiento preventivo (Carreras, Aranjuez y Mallasa)
- Mantenimiento preventivo de equipos de energía (Obrajes)
- Lectura de manuales Alcatel Sait 200
- Lectura de manuales Alcatel Sait 1600
- Mantenimiento de equipos de energía, tratamiento anticorrosivo de baterías( Central Rosario)
- Mantenimiento preventivo (Alto Obrajes)
- Arreglo de destilador de Agua (Obrajes)

La principal función del personal de Energía es realizar el mantenimiento Preventivo para no llegar a un mantenimiento correctivo del suministro de energía de todas las centrales principales y remotas de Cotel.

Todas las estaciones principales y remotas cuentan una instalación aislada donde se encuentra el banco de baterías, el mantenimiento que se realiza en estas es el de limpieza con la protección adecuada ya que si estamos expuestos a este sin ninguna precaución se puede tener problemas en la salud, además de la limpieza se hace el aumento de Agua destilada cada cierto periodo de tiempo.



**Figura 3.12:** Banco de Baterías (Burgaleta). **Fuente:** Fotografía Propia

El personal de Energía también se encarga de mantenimiento de las instalaciones donde se cuenta con un grupo electrógeno. En la siguiente figura podemos apreciar el gabinete del control del grupo electrógeno de la Zona el Rosario.



**Figura 3.13:** Gabinete de Control de Grupo electrógeno del Rosario  
**Fuente:** Fotografía Propia



**Figura 3.14:** Sistema de Control. **Fuente:** Fotografía Propia

La figura que apreciamos a continuación es el grupo electrógeno de la Zona de el Rosario. En Cotel solo se cuenta con dos grupos Electrógenos de esta magnitud y uno

que es Portátil, para cualquier emergencia que se pueda presentar las aquellas donde no se tiene el respaldo de energía adecuado cuando se presenta cortes prolongados de electricidad.

El mantenimiento que se realiza a estos grupos electrógenos es verificar el funcionamiento cada cierto periodo, ya que estas no siempre suelen ser usadas, y para evitar el deterioro se realiza el encendido.



**Figura 3.15:** grupo Electrónico Zona el Rosario. **Fuente:** Fotografía Propia

El siguiente grupo electrógeno es el respaldo de energía más grande que se tiene, es de mucha más capacidad y se encuentra en la estación de Gran Centro, de la misma manera que el del anterior se realiza el mantenimiento cada cierto periodo de tiempo.



**Figura 3.16:** Grupo Electrónico de Gran Centro. **Fuente:** Fotografía Propia

Suelen ocurrir inconvenientes como los que se originó a causa del choque de un camión de carga, dejando sin electricidad a toda la Zona de San Isidro, dado que el problema que ocasiono el camión era grave, el corte de energía fue de más de 24 horas hasta que el personal de ENDE solucionará el problema. En la estación telefónica que se tiene en la zona no cuenta con grupo electrónico de respaldo y por ello se tuvo que llevar el grupo electrónico portátil que se tiene almacenado en la Zona San Pedro.



**Figura 3.17:** Accidente en la Zona de San Isidro. **Fuente:** Fotografía Propia



**Figura 3.18:** Grupo Electrónico Portátil. **Fuente:** Fotografía Propia

El área de Laboratorio es el encargado de realizar las reparaciones de aparatos telefónicos de los abonados y también de los equipos referentes a CATV. Además de realizar investigaciones para la mejora de la Empresa.

Durante el periodo en el área de Laboratorio se realizó las siguientes actividades:

- Atención al cliente reparación de teléfonos de los abonados
- Reparación multiplicadores de par
- Capacitación del trabajo del área de Laboratorio en Cotel
- Capacitación sobre la historia a de la telefonía



**Figura 3.19:** Reparación de Teléfonos. **Fuente:** Fotografía Propia

Para diagnosticar la falla que tiene el teléfono se tiene un analizador de Teléfonos, con el cual podemos verificar las fallas más comunes, como la del micrófono, el tono o el teclado.



**Figura 3.20:** Analizador de Teléfonos. **Fuente:** Fotografía Propia



**Figura 3.21:** Laboratorio de Reparación. **Fuente:** Fotografía Propia

El Laboratorio también se realiza algunos proyectos a favor de la empresa. La siguiente figura nos muestra unas cabinas telefónicas antiguas a tarjeta, lamentablemente Cotel Tiene muchas de estas cabinas que nunca se usaron y es por esta razón que se decidió reacondicionar estas cabinas para que se utilicen como puntos de llamada, esto es posible eliminando parte del circuito donde se hace el uso de la tarjeta, en principio estas se instalaron en la cárcel de mujeres.



*Figura 3.22: laboratorio. Fuente: Fotografía Propia*

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- Se logró adquirir los conocimientos necesarios, para poder entender el funcionamiento de las áreas de trabajo.
- En CATV se logró la identificación de fallas en los equipos para realizar arreglos.
- Se realizó las respectivas pruebas de sonido y video con el analizador de espectros.
- Se pudo realizar la instalación de antenas parabólicas para la recepción de señal de canales locales.
- Se logró manipular los Software de información y monitoreo del Área Rural, con el objetivo de mejorar la calidad de transmisión telefónica.
- Se logró el reconocimiento de las fallas más comunes en las instalaciones de los abonados en redes de telefonía.
- Se cumplió con el reconocimiento de los distintos ambientes, como también de todos los materiales y herramientas necesarias para realizar el trabajo.

- Se cumplió satisfactoriamente con las tareas de mantenimiento asignadas a los equipos de modulación.
- Se cumplió con la seguridad requerida en el momento de realizar trabajo de área en las estaciones terrenas de las distintas comunidades que cuentan con el servicio de COTEL.
- Se realizó el mantenimiento en Transmisión, tomando en cuenta todos los criterios y precauciones para realizar dicha tarea.
- En Transmisión se realizó trabajo de Campo al realizar el distendido de la red Telefónica del Palomar.
- En general se logró encontrar un ambiente de trabajo cómodo.

## **4.2 Recomendaciones**

### **Facultad de Tecnología**

La recomendación va más para la Facultad de tecnología que debería de crearse convenios con empresas dedicadas al rubro para que los estudiantes tengamos una idea más clara a la hora de egresar para saber dónde realizar las prácticas laborales, que son muy importantes para nosotros los estudiantes en nuestra formación profesional.

En general durante el periodo de pasantía fue de mucho provecho en cuanto a aprendizaje, ya que si bien en la carrera de electrónica y telecomunicaciones se nos brinda la teoría necesaria para afrontar el campo laboral, no es suficiente, es necesario obtener conocimientos en la práctica.

## **Cooperativa Cotel**

Se recomienda a la instrucción ampliar sus Redes para que más usuarios puedan acceder a ellas, ya que por la falta de cobertura en muchas de las zonas de ollada no se puede cumplir con los objetivos de la institución.

También se recomienda la implementación de equipamiento de última tecnología ya que por el tiempo que tienen la mayoría de los equipos de transmisión estos requieren de más de mantenimiento correctivo que preventivo además que los repuestos que se requieren para dichos mantenimientos ya no son parte del mercado.

En CATV se recomienda obtención de nuevos equipos como moduladores ya que la frecuencia para las que estas están diseñadas hacen que no se pueda aprovechar al máximo el rango de frecuencias en algunas zonas, esto hace que el servicio que se brinda a los abonados no sea competitivo con las demás empresas.

## Referencia Bibliográfica

- [Paco, 2015] Paco. R (2015). *Realizado en la empresa COTEL ltda departamento de transmisión energía y laboratorio* [Pasantía Nivel técnico Superior]. UMSA, Bolivia
- [Cotel, 2011] Depto. Ingeniería, Cotel. (2011). *Digitalización parcial de la Grilla de CATV.*[ dia positivas de PowerPoint]. Recuperado el 3 de Mayo de 2019.
- [Aburto, 2016] Aburto, C. (2016). *Conectores de cable Coaxial*. Recuperado el 29 de Julio de 2019 de <http://bricoladores.simon.es/bid/379682/Tipos-de-conectores-coaxiale>
- [Faria, 2006] Faria Hernández Carlos. 2006. *Manual Práctico de Sistemas de Televisión*. Caracas –Venezuela
- [Senior, John, Jamro, yousif, 2009] Senior, John M.; Jamro, M. Yousif (2009). *Optical fiber communications: principles and practice*. Pearson Education. pp. 7-9. ISBN 013032681X.
- [Silva, 2017] Silva, Enrique.(2017). *Cabecera Cotel Tv. Hub's* [diapositivas de PowerPoint].Recuperado el 10 de Abril de 2019.
- [ Callisaya, 2014] Callisaya, F. (2014). *Diseño y construcción de red catv en planta externa para la zona alto lima Ira sección*.(Trabajo Dirigido). UMSA, Bolivia

## **Manuales**

Manual LCT SMA-1 SMA-4 Siemens

Manual OMN SMA-1 SMA-4 Siemens

Manual ITM SMA-1 SMA-4 Siemens

Manual OMN SMA-1 K Siemens

Manual del Sub Bastidor DSMX 2/8 C

Manual GTX / LCS2000 Radio Mobile Motorola

Manual Nodo Opto electrónico 6942 4 puertos Scientific Atlanta

Manual Fuente de Alimentación FAC – 363b Promax

Manual del Equipo Terminal de Linea LE140LWLOH

## **Referencias Web**

[Ref.1] Televisión por Cable. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 5 de julio de 2019 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Televisi%C3%B3n\\_por\\_cable](https://es.wikipedia.org/wiki/Televisi%C3%B3n_por_cable)

[Ref.2] Estructura de una red HFC. 2010.recuperado el 7 de junio de 2019 de <http://bandaanchahfc.blogspot.com/2010/04/estructura-de-una-red-hfc.html>

[Ref.3 ] Cabecera(Headend).(s.f.) En FANDOM de TV. Recuperado el 1 de agosto de 2019 de [https://tv-cable.fandom.com/es/wiki/Cabecera\\_\(Headend\)](https://tv-cable.fandom.com/es/wiki/Cabecera_(Headend))

[Ref,4] Fibra óptica. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 5 de julio de 2019 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra\\_%C3%B3ptica](https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica)

[Ref. 5] ISDB-T.(s.f.).En *Wikipedia*. Recuperado el 23 de Julio de 2019 de <https://es.wikipedia.org/wiki/ISDB-T>

[Ref. 6] Jerarquía Plesiócrono a. (s.f). de *Wikipedia*. Recuperado el 10 de Agosto de 2019 de

[https://es.wikipedia.org/wiki/Jerarqu%C3%ADa\\_digital\\_plesi%C3%B3crona](https://es.wikipedia.org/wiki/Jerarqu%C3%ADa_digital_plesi%C3%B3crona)

[Ref.7] Fuente de Alimentacion.(s.f). de *Wikipedia*. Recuperado el 3 de Agosto de 2019

de [https://es.wikipedia.org/wiki/Fuente\\_de\\_alimentaci%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Fuente_de_alimentaci%C3%B3n)

[Ref.8] Radio Museum (s.f). Recuperado el 3 de Agosto de 2019 de

[https://www.radiomuseum.org/act\\_main.cfm](https://www.radiomuseum.org/act_main.cfm)

[Ref. 9] Sistemas de Comunicaciones Móviles. (s.f). de *Wikipedia*. Recuperado el 4 de Agosto de 2019 de

[https://es.wikipedia.org/wiki/Sistemas\\_de\\_Comunicaciones\\_M%C3%B3viles](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistemas_de_Comunicaciones_M%C3%B3viles)

# **Anexos**

**Fotos tomadas durante la pasantía.**

*Anexo 1: Fotografía tomada en el Mururata, ya que una vez al mes se debe proveer de gasolina para el generador.*



*Anexo 2: Mediciones realizadas para ver la optimización de telefonía inalámbrica fija en la zona de Rio Seco*



*Anexo 3: Fotografía de la Cabecera en Villa San Antonio*



*Anexo 4: Fotografía del grupo Electrónico, utilizada en casos de corte de energía mayores a 12 horas.*



*Anexo 5: Ducto de cableado de Gran centro*



*Anexo 6: Torre de sucursal ciudad Satelite*



*Anexo 7: medición de los equipos de energía en Sucursal Burgaleta*

