



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS  
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE IPTV CON  
RESOLUCIÓN HD (*HIGH DEFINITION*) EN LA CENTRAL DE CONMUTACIÓN  
“MARISCAL” DE LA CORPORACIÓN NACIONAL DE  
TELECOMUNICACIONES EMPRESA PÚBLICA (CNT E.P.), UTILIZANDO  
TECNOLOGÍA DE ACCESO XDSL CON NODOS ÓPTICOS

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos  
para optar por el título de

INGENIERO EN REDES Y TELECOMUNICACIONES

Profesor Guía

Ing. Diego Paredes Páliz

Autor:

Oswaldo Vladimir Simbaña Cuti

Año

2012

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema y tomando en cuenta la Guía de Trabajos de Titulación correspondiente.”

Diego Paredes Páliz  
Ingeniero  
0603014143

### **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Oswaldo Vladimir Simbaña Cuti  
1713436051

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios, a mis padres, mis hermanas, mi familia y mi esposa por haberme respaldado en estos años de estudio y porque gracias a ellos estoy realizando una de mis metas. También deseo agradecer de todo corazón a cada uno de mis maestros, que han sabido inculcar en mí el valioso conocimiento tan necesario para llegar a culminar esta etapa que no es más que el principio de una larga carrera.

### **Dedicatoria**

Deseo dedicar este Trabajo de Titulación a mi familia, que ha sido un pilar fundamental para mi vida. Y especialmente a mi padre, que ha sido el ejemplo a seguir.

## RESUMEN

En la actualidad los proveedores de servicios de televisión por suscripción han escogido el formato HDTV (High Definition Television) para sus transmisiones en alta definición. La Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P., definió dentro de su plan tecnológico que su plataforma de red debe soportar servicios triple play (Internet, VoIP e IPTV). Los servicios de IPTV exigen características y requerimientos específicos a la red de Acceso. Estos nuevos servicios deben convivir e integrarse con los servicios actuales que CNT E.P. entrega a sus clientes. La implementación de IPTV ( Internet Protocol Television) actualmente se encuentra en prueba en el formato SD (Standard Definition), esperando la comercialización del mismo, lo que hace necesario una alternativa para brindar el servicio en formato HD (High Definition), dado el avance que tiene hoy por hoy la televisión Digital.

El alcance del proyecto abarca el estudio de la Televisión Digital sus estructuras, ventajas y desventajas de su utilización, además del estudio de la IPTV, su estructura características y funcionamiento, el que permitirá realizar el estudio y análisis de la red de Distribución y red de Acceso en la Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P.. Para la solución propuesta es necesario hacer una verificación del volumen de obra en el sector de la Mariscal en Quito. Con los resultados obtenidos se realizará una comparación con el funcionamiento actual de la red de acceso, realizando las respectivas recomendaciones para el mejor funcionamiento del sistema IPTV.

El análisis de la red de acceso de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P. permitirá mejorar el rendimiento de la misma para los servicios que brinda la operadora.

## **ABSTRACT**

Currently the service providers have chosen subscription television format HDTV (High Definition Television) for broadcasting in HD. The Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P., defined in its technology plan your network platform must support triple play services (Internet, VoIP and IPTV). IPTV services require specific characteristics and requirements of access to the network. These new services must coexist and integrate with existing services CNT EP delivery to customers. The implementation of IPTV (Internet Protocol Television) is currently being tested in SD (Standard Definition), waiting for the marketing of it, thus requiring an alternative to provide service in HD (High Definition), given the progress which is currently the Digital TV.

The project scope includes the study of Digital Television structures, advantages and disadvantages of its use, besides the study of IPTV, structure and operating characteristics, which allow for the study and analysis of the distribution network and network access the Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P.. For the proposed solution it is necessary to check the amount of work in the field of Mariscal in Quito. With the results will be a comparison with the current operation of the access network, making the respective recommendations for the best system performance IPTV.

Analysis of the access Network of the Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P. will improve the performance of the same for the services provided by the operator.

## ÍNDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1</b>   | <b>1</b>  |
| <b>1.1. LA TELEVISIÓN ANALÓGICA Y DIGITAL</b>                               | <b>1</b>  |
| 1.1.1. INTRODUCCIÓN   | 1         |
| 1.1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TELEVISIÓN                          | 1         |
| <b>1.2. TELEVISIÓN ANALÓGICA</b>  | <b>5</b>  |
| 1.2.1. FORMAS DE DIFUSIÓN DE TELEVISIÓN ANALÓGICA                           | 7         |
| 1.2.1.1. TELEVISIÓN POR CABLE   | 7         |
| 1.2.1.1.1. ARQUITECTURA DE UNA RED CATV                                     | 8         |
| 1.2.1.2. TELEVISIÓN VÍA SATÉLITE  | 10        |
| 1.2.1.2.1. SISTEMA SATELITAL  | 10        |
| 1.2.1.2.2. INFRAESTRUCTURA DE UN SISTEMA DE TELEVISIÓN DIGITAL POR SATÉLITE | 12        |
| <b>1.3. TELEVISIÓN DIGITAL (DTV)</b>  | <b>14</b> |
| 1.3.1. CARACTERÍSTICAS  | 15        |
| 1.3.2. ESTÁNDARES DE TELEVISIÓN DIGITAL                                     | 16        |
| 1.3.2.1. ATSC –ADVANCED TELEVISION SYSTEM COMMITTEE                         | 16        |
| 1.3.2.2. DVB – (DIGITAL VIDEO BROADCAST)                                    | 17        |
| 1.3.2.3. ISDB-T   | 19        |
| 1.3.2.3.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE ISDB-T                               | 19        |
| 1.3.2.4. DTMB   | 22        |
| <b>1.4. COMPARACIÓN DE LA TELEVISIÓN ANALÓGICA VS TELEVISIÓN DIGITAL</b>    | <b>24</b> |
| <b>1.5. HDTV: TELEVISIÓN DIGITAL DE ALTA DEFINICIÓN</b>                     | <b>27</b> |
| 1.5.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS   | 27        |
| 1.5.2. SISTEMAS HDTV (High Definition TV)                                   | 28        |
| 1.5.3. SISTEMAS ACTUALES  | 29        |
| 1.5.4. COMPARACIÓN ENTRE HDTV Y SDTV  | 30        |
| <br>  |           |
| <b>CAPÍTULO 2</b>   | <b>32</b> |
| <b>2.1 TELEVISIÓN SOBRE PLATAFORMA IP (IPTV)</b>                            | <b>32</b> |
| 2.1.1. INTRODUCCIÓN   | 32        |
| 2.1.2. COMPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS IPTV Y OTRAS TECNOLOGÍAS DE DIFUSIÓN  | 34        |
| 2.1.2.1. TDT a IPTV   | 34        |
| 2.1.2.2. SISTEMAS DE CABLE A IPTV   | 35        |
| 2.1.2.3. WEB-TV E IPTV  | 36        |
| <b>2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS IPTV</b>                                | <b>37</b> |
| 2.2.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS   | 39        |
| 2.2.2. FORMATOS DE VIDEO EN SISTEMAS IPTV                                   | 40        |
| 2.2.3. FORMATO MPEG-2   | 41        |
| 2.2.4. FORMATO MPEG-4   | 42        |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.2.5. FORMATO H.264  | 44        |
| <b>2.3. PROTOCOLOS IMPLEMENTADOS EN UN SISTEMA IPTV</b>                         | <b>45</b> |
| 2.3.1. PROTOCOLOS DE TRANSPORTE Y DE CONTROL                                    | 45        |
| 2.3.2. PROTOCOLOS MULTICAST   | 50        |
| <b>2.4. SERVICIOS Y APLICACIONES IPTV</b>                                       | <b>55</b> |
| 2.4.1. TRIPLE PLAY  | 55        |
| 2.4.2. TELEVISIÓN MÓVIL   | 56        |
| 2.4.3. PAY PER VIEW (PPV)   | 57        |
| 2.4.4. VIDEO ON DEMAND (VOD)  | 57        |
| 2.4.5. PERSONAL VIDEO RECORDER (PVR)  | 57        |
| 2.4.6. SWITCHED DIGITAL BROADCAST (SDB)   | 58        |
| 2.4.7. ELECTRONIC PROGRAM GUIDE (EPG)   | 58        |
| 2.4.8. TIME SHIFTING  | 58        |
| 2.4.9. T-LEARNING   | 59        |
| <br>  |           |
| <b>CAPÍTULO 3</b>   | <b>60</b> |
| <br>  |           |
| <b>3.1. MODELO DEL SISTEMA IPTV</b>   | <b>60</b> |
| 3.1.1. SERVICIOS MULTICAST, SERVICIOS UNICAST Y<br>CONMUTACIÓN DE VIDEO DIGITAL | 60        |
| <b>3.2. ARQUITECTURA DEL SISTEMA IPTV</b>                                       | <b>62</b> |
| 3.2.1. SUPER HEAD END (SHE)   | 64        |
| 3.2.2. EL CORE DE LA RED  | 67        |
| 3.2.3. RED MPLS   | 68        |
| 3.2.3.1. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL MPLS   | 70        |
| 3.2.3.2. FUNCIONAMIENTO DEL ENVÍO DE PAQUETES EN MPLS                           | 70        |
| 3.2.3.3. CONTROL DE LA INFORMACIÓN EN MPLS                                      | 73        |
| 3.2.3.4. CARACTERÍSTICAS DE MPLS  | 73        |
| 3.2.3.5. APLICACIONES DE MPLS   | 74        |
| 3.2.4. RED DE ACCESO  | 74        |
| 3.2.4.1. ACCESO POR COBRE   | 75        |
| 3.2.4.1.1. TECNOLOGÍAS XDSL   | 75        |
| 3.2.4.2. ACCESO POR FIBRA ÓPTICA  | 81        |
| 3.2.4.2.1. REDES PON (PASSIVE OPTICAL NETWORK)                                  | 81        |
| 3.2.4.3. ACCESO POR CABLE COAXIAL   | 81        |
| 3.2.4.4. TECNOLOGÍA INALÁMBRICA   | 82        |
| <br>  |           |
| <b>CAPÍTULO 4</b>   | <b>83</b> |
| <br>  |           |
| <b>4.1. DESCRIPCION DE LA SITUACIÓN PROPUESTA</b>                               | <b>83</b> |
| 4.1.1. MERCADO HD (High Definition)   | 84        |
| 4.1.2. Situación Actual HDTV en Ecuador   | 86        |
| <b>4.2. SITUACIÓN ACTUAL CNT</b>  | <b>88</b> |
| 4.2.1. CAPA BACKBONE IP/MPLS  | 90        |
| 4.2.2. CAPA AGREGACIÓN/DISTRIBUCIÓN   | 91        |
| 4.2.3. CAPA RED DE ACCESO   | 92        |

|  |            |
|--|------------|
| 4.2.3.1 RED DE COBRE ACCESO                    | 93         |
| 4.2.4. CAPA HOME-NETWORKING                    | 95         |
| 4.2.5. ISP                                     | 96         |
| 4.2.6. MODELOS DE SERVICIO                     | 97         |
| 4.2.7. Piloto IPTV                             | 98         |
| <b>4.3. RED DE ACCESO MODIFICADA</b>           | <b>101</b> |
| 4.3.1. DISEÑO DE LA RED DE ACCESO              | 102        |
| 4.3.2. IP-DSLAM                                | 109        |
| 4.3.3. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO                | 110        |
| <br>   |            |
| <b>CAPÍTULO 5</b>                              | <b>114</b> |
| <br>   |            |
| <b>5.1. MARCO REGULADOR</b>                    | <b>114</b> |
| 5.1.1. REGULACION Y NORMATIVAS IPTV            | 114        |
| 5.2.2. REGULACIÓN DE LA IPTV A NIVEL MUNDIAL   | 114        |
| 5.2.3. REGULACIÓN DE LA IPTV EN ECUADOR        | 118        |
| 5.2.1 SISTEMA DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN | 119        |
| 5.2.4. ANALISIS DE LA REGULACIÓN IPTV          | 119        |
| <br>   |            |
| <b>CAPÍTULO 6</b>                              | <b>122</b> |
| <br>   |            |
| <b>6.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>     | <b>122</b> |
| 6.1. CONCLUSIONES                              | 122        |
| 6.2. RECOMENDACIONES                           | 123        |
| <br>   |            |
| <b>REFERENCIAS</b>                             | <b>124</b> |
| <br>   |            |
| <b>ANEXOS</b>                                  | <b>127</b> |

## CAPÍTULO 1

### 1.1 LA TELEVISIÓN ANALÓGICA Y DIGITAL

#### 1.1.1 INTRODUCCIÓN

La televisión hasta no hace mucho tiempo era una tecnología totalmente analógica y el modo de difusión de contenidos se daba con la utilización y a través del aire con ondas de radio, operando en las bandas VHF y UHF.

La llegada de la televisión digital supone un cambio tan radical como el que se dio en el paso de la televisión en formato blanco y negro al color.

El principal problema de la televisión analógica es que no saca un beneficio en la mayoría de los casos, las señales de vídeo varían muy poco al pasar de un elemento de imagen (píxel) a los contiguos, o por lo menos existe una dependencia entre ellos.

Debido a la gran demanda por el uso de frecuencias en las bandas VHF y UHF, La eficiencia espectral es muy importante para la migración de un sistema analógico a un sistemas digital, que cubra las expectativas del radiodifusor como las del consumidor basado en criterios técnicos que llenen dichas expectativas.

#### 1.1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TELEVISIÓN

Hay varias características que son comunes desde el punto de vista de clasificación de los sistemas de televisión.

**Tipo de transmisión.-** En términos generales, puede hablarse de sistemas radioeléctricos o de cable, incluyendo en esta categoría a los de fibra óptica. Los sistemas radioeléctricos refiere al formato de difusión de la información, utilizando para el efecto ondas electromagnéticas propagadas en el espacio libre, clasificándose a la vez en sistemas terrestres, satelitales o de microondas

terrestres, con la posibilidad de constituirse en sistemas de difusión punto a punto o punto multi punto.

**Sistema de barrido.-** Todos los sistemas de televisión se basan en la exploración o barrido de una imagen que se considera formada por un conjunto de líneas horizontales y estas a su vez, por una sucesión de elementos de imagen. La imagen o cuadro se explora de izquierda a derecha en el plano horizontal y de arriba hacia abajo. El número de líneas horizontales, así como el número de elementos en cada línea determinan la resolución de la imagen. Los principales sistemas de barrido que se han utilizado han sido los siguientes:

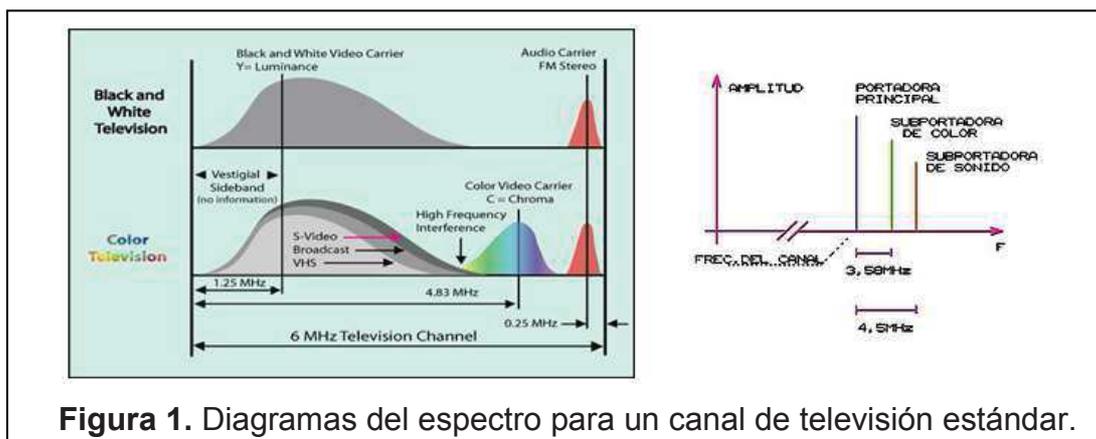
**Tabla 1.** Sistemas de barrido.

| <b>Sistema de barrido</b>                      | <b>Países de uso</b>   | <b>Características Operativas</b>   |
|--|--|---|
| 405 líneas por cuadro, 25 cuadros por segundo  | Estuvo en uso en Inglaterra desde 1936 hasta alrededor de 1980   |   |
| 525 líneas por cuadro, 30 cuadros por segundo  | El estándar para este sistema fue definido en los Estados Unidos y está en uso desde 1941                        | 30 cuadros con un total de 525 líneas horizontales y una banda útil de 4.25 MHz                                     |
| 625 líneas por cuadro, 25 cuadros por segundo  | Es el sistema utilizado en Europa y la mayor parte de los países de Asia, África y Oceanía.                      | Transmite la información del color secuencialmente: Rojo y Amarillo en una línea y Azul y Amarillo en la siguiente. |
| 819 líneas por cuadro, 50 cuadros por segundo. | Fue utilizado en Francia, pero los inconvenientes que ofrece desde el punto de vista de ancho de banda (10 MHz). | Sin ofrecer ventajas apreciables en lo que respecta a calidad subjetiva de la imagen.                               |

En la actualidad los únicos sistemas de barrido utilizados, tanto en sistemas monocromáticos como de color, son los de 525/30 y el de 625/25 y, es muy importante hacer notar que el sistema de barrido es independiente del sistema de color, no debiendo confundir una característica técnica con otra.

**Sistemas de color.-** En la actualidad, prácticamente todos los sistemas de televisión tanto analógicos como digitales son de color. Para reproducir una imagen de color se requiere, además de la información de brillo o luminancia de la escena, la información correspondiente a tres colores que se designan como primarios, a través de los cuales y con las correspondientes combinaciones es posible formar cualquier otro color. La información de color se procesa de modo que a partir de las señales correspondientes a los colores primarios, se generen dos señales complejas que contienen toda la información cromática necesaria para reconstruir la imagen y que se transmiten junto con la señal de luminancia en el mismo canal.

La señal de luminancia es de banda ancha y de ella dependen los detalles finos de la imagen, en tanto que las de crominancia ocupan menor ancho de banda y pueden multiplexarse en frecuencia dentro de la misma banda ocupada por la luminancia, haciendo que las dos señales de crominancia modulen en cuadratura de fase a una subportadora específica denominada subportadora de color.



**Figura 1.** Diagramas del espectro para un canal de televisión estándar.

### **Componentes de la señal de video.**

La imagen se obtiene desde 3 componentes de color R (Rojo), G (verde) y B (azul). Donde R,G,B son las señales primarias pre corregidas mediante la función Gamma. La señal de luminancia Y es una combinación lineal determinada por (ITU-R Rc.624):

$$Y = 0,299.R + 0,587.G + 0,114.B$$

En cuanto hace a las componentes de crominancia y la modulación adoptada se encuentran diferencias entre sistemas.

### **Sistema NTSC** (*National Television System Committee*).

Componentes de crominancia:

$$I = -0,27.(B-Y) + 0,74.(R-Y)$$

$$Q = 0,41.(B-Y) + 0,48.(R-Y)$$

Donde:

I= componente en fase de la señal de color.

Q= componente en cuadratura de la señal de color.

### **Sistema PAL** (*Phase Alternating Line*).

Componentes de crominancia:

$$U = 0,493.(B-Y)$$

$$V = 0,877.(R-Y)$$

### **Sistema SECAM** (*Séquentiel Couleur à Mémoire en français*).

Componentes de crominancia:

$$R = -1,9.(R-Y)$$

$$B = 1,5.(B-Y)$$

## 1.2 TELEVISIÓN ANALÓGICA

Este sistema, designado comúnmente como sistema NTSC fue adoptado subsecuentemente por Canadá, Japón, México y la mayoría de los países americanos a excepción de Brasil y Argentina.

Hay que tener en cuenta que el proceso de migración hacia la televisión de color, basaba su funcionamiento en los sistemas monocromáticos, de modo que un requisito fundamental en el desarrollo de la televisión cromática fue la compatibilidad con los sistemas monocromáticos, es decir, los receptores monocromáticos deben ser capaces de reproducir, en “blanco y negro” las imágenes transmitidas en color y, por otra parte, los receptores de color deben reproducir, también en blanco y negro, las imágenes monocromáticas.

**Tabla 2.** Sistemas de televisión comercial para Broadcasting.

| Sistemas              | NTSC      | PAL    | SECAM |
|-----------------------|-----------|--------|-------|
| Líneas por trama      | 525       | 625    | 525   |
| Campos por segmento   | 60        | 50     | 50    |
| Banda luminancia MHZ  | 4,2       | 5      | 6     |
| Banda Crominancia MHZ | 2x3,58    | 2x4,43 |       |
| Funcionamiento        | 1941-1954 | 1967   | 1967  |

En la actualidad, los sistemas cromáticos en uso en el mundo pueden resumirse como los siguientes:

**NTSC** (*National Television System Committee*): Sistema utilizado en América con excepción de Argentina y Brasil. Fue adoptado también en Japón y algunos otros países asiáticos.

El sistema de televisión NTSC consiste en una ampliación del sistema monocromático (blanco y negro), para aprovechar mejor el ancho de banda se usa video en modo entrelazado dividido. Para garantizar la compatibilidad con el sistema en blanco y negro, el sistema NTSC de color mantiene la señal monocromática blanco y negro como componente de luminancia de la imagen en color.

**PAL** (*Phase Alternating Line*): Sistema utilizado en la mayoría de países africanos, asiáticos y europeos, además de Australia y algunos países de Latinoamérica.

El sistema PAL es un derivado del formato NTSC, incorporando algunas mejoras técnicas. Su nombre “phase alternating line” intenta explicar la manera en la que la información de crominancia de la señal de video es transmitida, invirtiendo en fase cada línea y permitiendo la corrección automática de errores de fase cuando estas se cancelan entre sí.

**SECAM** (*Séquentiel Couleur à Mémoire en francés*) : Sistema utilizado en Francia, la antigua Unión Soviética y los países de Europa Oriental y Asia con influencia soviética, así como la mayor parte de las antiguas colonias francesas en África y Asia, además de Irán y Egipto.

Es un sistema compatible la señal en blanco y negro. Debido a este requisito de compatibilidad los estándares de color añaden a la señal básica monocroma una segunda señal que porta la información de color. Esta segunda señal se denomina crominancia (C), mientras que la señal en blanco y negro es la luminancia (Y). Así, los televisores antiguos solamente ven la luminancia, mientras que los de color procesan ambas señales.

El sistema más utilizado a nivel mundial es el PAL debido a algunos aspectos que mencionaremos en la tabla 1.2 a continuación:

**Tabla 3.** Cuadro comparativo en los sistemas de transmisión televisión análoga.

| <b>PAL</b>   | <b>NTSC</b>  | <b>SECAM</b>  |
|--|--|---|
| Transmisión simultánea de R-Y y B-Y. Necesita dos moduladores                  | Transmisión simultánea de R-Y y B-Y. Necesita dos moduladores                          | Sólo transmite una señal: Necesita un único modulador.  |
| Utiliza modulación en amplitud y fase con las componentes de color             | Utiliza modulación en amplitud y fase con las componentes de color                     | Utiliza modulación en frecuencia, más inmune a las interferencias que provocan errores de fase. |
| Reduce los errores de fase del sistema NTSC. evitando la sensación de parpadeo |  |   |
| Inversión de fase de uno de los ejes en líneas alternas                        | Superior en aquellos casos en los que la señal es transmitida sin variaciones de fase. |   |

La integración de las computadoras con los sistemas de televisión y viceversa logrará que se tengan servicios integrados posibilitando la interacción de ambos sistemas sobre una misma plataforma.

### **1.2.1 FORMAS DE DIFUSIÓN DE TELEVISIÓN ANALÓGICA**

#### **1.2.1.1 Televisión por cable (CATV)**

El sistema de cable nació para cubrir la necesidad de recepción de señales de televisión, requerido principalmente en aquellos lugares alejados de los centros de emisión o separados de los mismos por obstáculos naturales, recurriendo a la utilización de un elemento de red (*head-end*) que sea capaz de recibir las

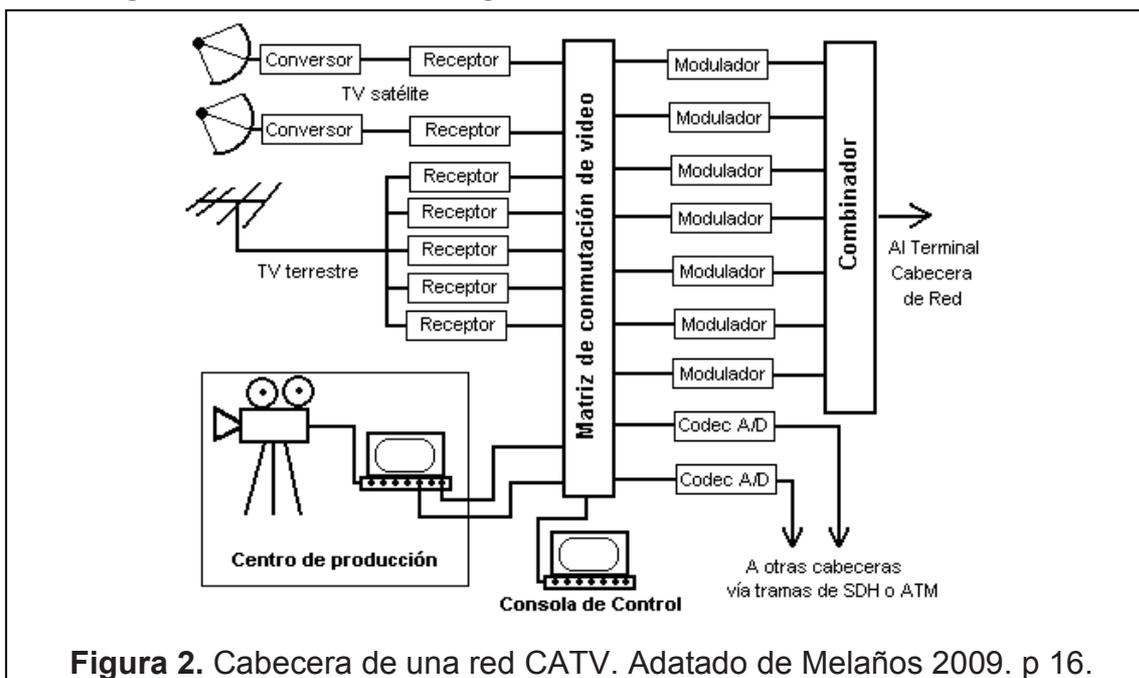
señales de televisión abierta, generalmente ubicada a gran altura permitiendo la distribución de la señal a través de cable coaxial.

### 1.2.1.1.1 Arquitectura de una Red CATV

El sistema de televisión por cable consta básicamente de un equipamiento central que recibe el nombre genérico de cabecera (*head-end*) y una planta externa comúnmente llamada red de distribución.

Los elementos componentes de la red descrita son:

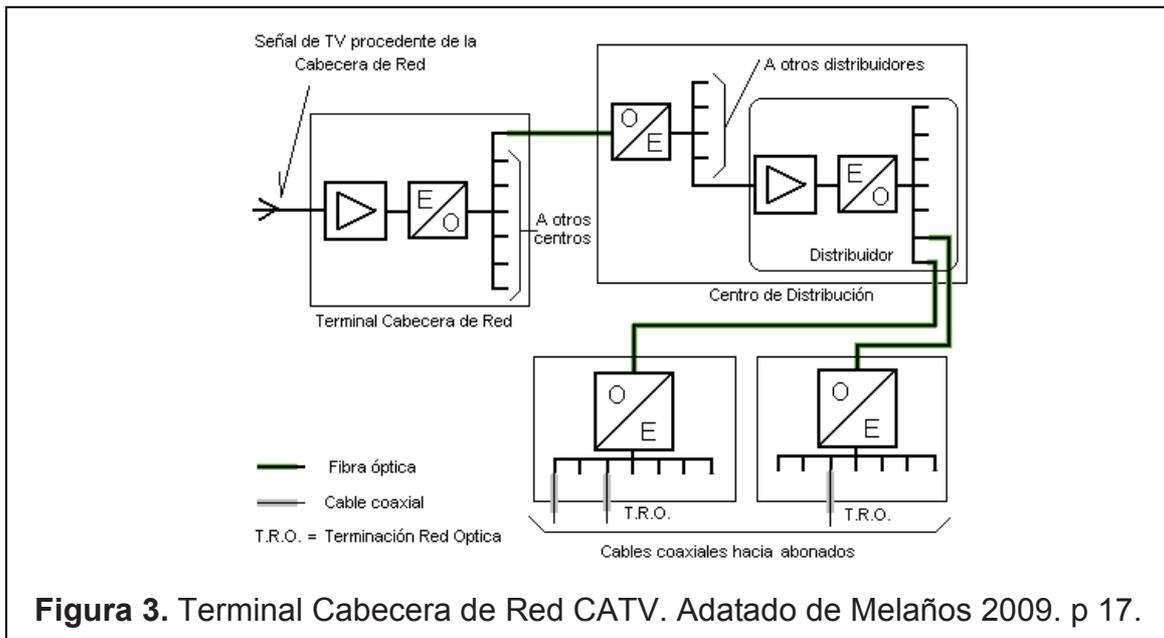
- **Cabecera.-** La cabecera es el centro de la red, encargada de agrupar y tratar los diversos contenidos que se van a transmitir por la red. En la figura 2 se muestra un diagrama de una cabecera de una red CATV.



Los canales abiertos son retransmitidos por cable mientras que las señales vía satélite recibidas en un receptor satelital, son procesadas en la cabecera en caso de ser presentada en otro formato o sistema de codificación. Las señales originadas en video reproductor deben ser también modularse antes de ser distribuidas.

Una vez obtenidas todas las señales, se mezclan en un combinador, este puede ser activo o pasivo y de ahí sale a la red.

- **Terminal Cabecera de Red.-** Es el encargado de recibir la señal eléctrica generada en la cabecera y transformarla en señal óptica para su transmisión utilizando fibra óptica a los diversos nodos distribuidos en un área geográfica determinada.



En la figura 3 se pueden observar los elementos que componen este Terminal así como los que se encargan de la distribución. Estos elementos se describen a continuación.

- **Centro de distribución.-** En el Centro de Distribución, la señal óptica se convierte nuevamente en eléctrica y se divide para aplicarla a los distribuidores. En cada distribuidor se tiene un amplificador para incrementar el nivel de la señal, atenuada por la división de la señal. A continuación la señal se convierte nuevamente en óptica y mediante fibra se transmite hasta la proximidad de los edificios a servir, lo que se denomina fibra hasta la acera (FTTC). Estas fibras terminan en las denominadas Terminaciones de Red Óptica.

- **Terminación de Red Óptica.-** Es el elemento más externo de la red. Son instalados generalmente en zonas estratégicas de la ciudad y cerca de los edificios, garajes o cuartos de telecomunicaciones. Las señales ópticas se convierten nuevamente en eléctricas para ser distribuida mediante cable coaxial, en los domicilios de los abonados al servicio.

## 1.2.1.2 TELEVISIÓN VÍA SATÉLITE

### 1.2.1.2.1 Sistema Satelital

Un sistema satelital básicamente se lo puede considerar como un sistema repetidor, ya que tiene la capacidad de recibir y retransmitir información gracias a un transponder instalado en el satélite, dispositivo receptor-transmisor, donde las señales recibidas son amplificadas antes de ser retransmitidas a la tierra. Para evitar interferencias les cambia la frecuencia.

Un sistema satelital consiste de un número determinado de transpondedores, una estación terrena maestra para controlar su operación, y una red de estaciones terrenas de usuarios, cada una con la capacidad de transmisión y recepción.

El control se realiza generalmente con dos estaciones terrenas especiales que se encargan de la telemetría, el rastreo y la provisión de los comandos para activar los servicios del satélite.

Las órbitas en las cuales puede funcionar un sistema satelital son:

- Órbitas Geoestacionarias (GEO)
- Órbitas Medias (MEO)
- Órbitas Bajas (LEO)
- Órbitas elípticas inclinadas

Por lo tanto si un satélite se ubica a una altura de 35860 [Km] sobre el plano del Ecuador, gira en torno a la tierra a una velocidad de 11070 [Km/h], con un

periodo de 24 horas, lo que hace que permanezca estacionario frente a un punto que se encuentre sobre la tierra, tomando de esta definición el nombre de satélite geoestacionario.

Aprovechando esta característica operativa del satélite, las antenas terrestres pueden permanecer orientadas en una posición relativamente estable en un sector orbital.

El medio de transmisión utilizado es un medio no guiado, al que se lo conoce como espacio libre. Se usan señales de microonda para la transmisión por satélite, éstas son unidireccionales, sensibles a la atenuación producida por la lluvia. La tabla 4 muestra las bandas de frecuencia para enlaces satelitales.

**Tabla 4.** Banda de frecuencia satelital.

| <b>Banda</b>          | <b>Frecuencias (GHz)<br/>Enlace ascendente</b> | <b>Frecuencias (GHz)<br/>Enlace descendente</b> | <b>Utilización</b>   |
|-----------------------|--|---|--|
| Banda L<br>1,5-2 GHz  | 1,61 – 1,66<br>1,93 – 2,01                     | 1,452 – 1,61                                    | Comunicaciones móviles por satélite,   |
| Banda S<br>2-3 GHz    | 2,025- 2,11                                    | 2,29– 2,5<br>2,655 – 2,69                       | Comunicaciones móviles por satélite, fijas, radiodifusión.   |
| Banda C<br>6/4 GHz    | 5,925-6,425<br>(500 MHz)                       | 3,7 – 4,2<br>(500 MHz)                          | Intelsat, Satélites nacionales:<br>Westar, Satcom, Comstar, (USA),<br>Anik (Canada), STW, Chinasat<br>(CHINA), Palapa (Indonesia)<br>Telecom I (Francia), CS-2 (Japón) |
|                       | 5,725 – 6,275<br>(550 MHz)                     | 3,4 – 3,9<br>(500 MHz)                          | Molinya, Intersputnik (URSS)   |
|                       | 5.850 – 7,075<br>(1255 MHz)                    | 3,5 – 4,2 4,5 – 4,8<br>(1100 MHz)               | Bandas ampliadas,<br>CAMR-79,85,88   |
| Banda X<br>8/7 GHz    | 7,925 - 8,425<br>(500 MHz)                     | 7,25 - 7,75<br>(500 MHz)                        | Satélites gubernamentales y militares  |
| Banda Ku<br>13/11 GHz | 12,75 – 13,25 14 - 14,5<br>(500 + 500 MHz)     | 10,7 - 12,75<br>(2.005 MHz)                     | Intelsat, Eutelsat, satélites nacionales, DBS  |
| Banda K<br>18/12 GHz  | 17,3 – 18,4                                    |   | Radiodifusión, fijos   |
| Banda Ka<br>30/20 GHz | 27,5 – 31                                      | 17,2 – 21,2                                     | Japón, Europa, USA<br>Enlaces intersatélites   |

Tomado de : [redes-moviles-e-inalambricas.wikispaces.com](https://es.wikipedia.org/wiki/Redes_m%C3%B3viles_e_inalambricas)

Un enlace satelital consta de:

- Un enlace tierra- satélite o enlace ascendente (*uplink*).
- Un enlace satélite-tierra o enlace descendente (*downlink*).

### 1.2.1.2.2 Infraestructura de un sistema de Televisión Digital por Satélite

Básicamente, un sistema satelital está compuesto de tres elementos fundamentales:

- La estación terrena emisora.- La información a transmitirse es generada en los estudios de televisión en formatos de audio y video sincronizados. Esta información, pasa a un transmisor y posteriormente a una antena de parabólica, que envía la señal al satélite.  
El número de canales de televisión transmitidos por una estación, dependen del diseño electrónico del satélite. Simultáneamente se puede transmitir varios canales.
- El satélite.- Encargados de procesar las señales que recibe y reenviarlas a su respectiva estación receptora.
- **La estación terrena receptora.**- La estación receptora es el punto de terminación de la red satelital. Se pueden distinguir las siguientes partes fundamentales:

**Antena.**- Es receptor terreno en un sistema de transmisión de señales de TV vía satélite. Su misión es captar las señales emitidas por el satélite y concentrarlas en el alimentador. La relación C/N (relación entre la portadora y el ruido) que se puede conseguir depende del tamaño de la antena.

**Alimentador.**- El alimentador se encarga de recoger las microondas concentradas en el foco de la parábola y pasarlas al elemento siguiente. El alimentador permite recibir todas las polaridades que llegan a la antena, las cuales serán separadas. Para separar las dos polaridades más usuales (polarización lineal, vertical y horizontal) hay dos tipos de dispositivos, uno para instalaciones de vecinos: ortomodo, y otro para instalaciones unifamiliares: polarrotor.

**Polarrotor.**- Permite la recepción de las dos polaridades utilizando un solo conversor LNB. Su funcionamiento se basa en el giro de 90° de una sonda

situada en su interior. Como se pierde los canales de la otra polaridad no puede utilizarse en instalaciones colectivas.

**Ortomodo.-** Permite la recepción simultánea de señales con polarización vertical y horizontal mediante la utilización de un repartidor de guías de onda en el que una de las guías se gira  $90^\circ$  . A él se tendrá que conectar dos conversores LNB, uno para cada polarización.

**LNB.-** Conversores que se encargan de convertir en bloque las señales en las bandas 10.95-11.7 GHz, 11.7-12.5 GHz ó 12.5-12.75 GHz a una frecuencia intermedia situada entre 950 y 1750 MHz con un bajo factor de ruido. Además de realizar la conversión, estos dispositivos tienen una elevada ganancia (50 dB) lo que permite conectarlos a un número elevado de unidades interiores de conversión a R.F. sin amplificador auxiliar.

**Unidad interior individual.-** Esta unidad realiza las funciones de sintonía y de modulación dentro de un canal específico dentro del bloque de canales recibidos del LNB en la primera conversión a F.I. (Frecuencia Intermedia) .Esta unidad se compone de las siguientes etapas:

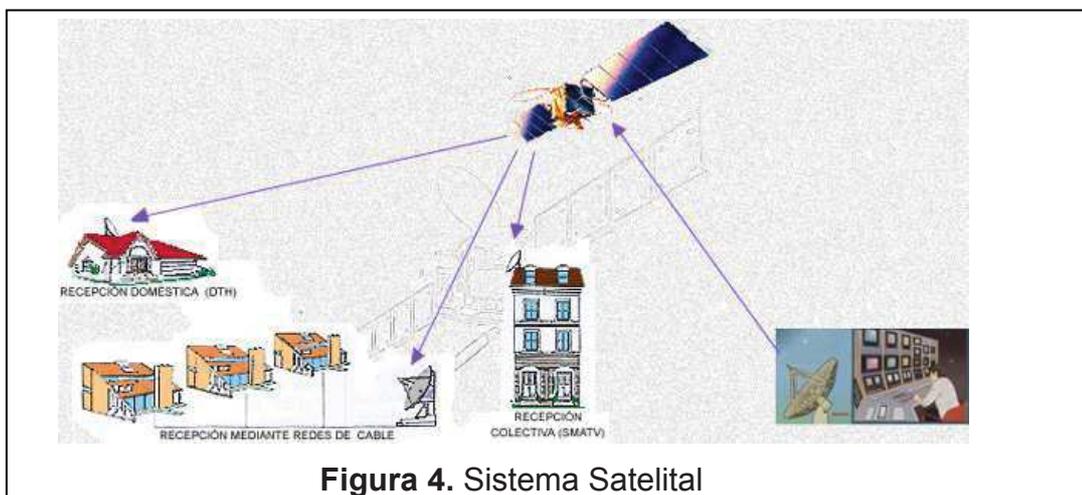
- 1.-Convertor de 1ª F.I a 2ª F.I.
- 2.-Demodulador.
- 3.-Procesado de vídeo.
- 4.-Modulador de R.F. (Radio Frecuencia)
- 5.-Control de dispositivos externos.

**Repartidores de F.I. (Frecuencia Intermedia).-** Dispositivo para instalaciones colectivas. La salida de los LNB va a repartidores de F.I a cuya salida se conectan unidades interiores sintonizadas a los canales que se quieren recibir.

**Unidades interiores mono-canales.-** Funcionan como las unidades individuales pero sintonizadas a un solo canal. Constan de tres bloques básicos:

1. Demodulador.
2. Procesador de audio-vídeo.
3. Modulador de R.F.

En la Figura 4 se muestra un mecanismo de distribución de señales de TV utilizando un Satélite:



### 1.3 TELEVISIÓN DIGITAL (DTV)

La televisión digital (*Digital TV*) se refiere al conjunto de tecnologías de transmisión y recepción de imagen y sonido, a través de señales digitales. En contraste con la televisión tradicional, que codifica los datos de manera analógica, la televisión digital codifica sus señales de forma binaria, habilitando así la posibilidad de crear vías de retorno entre consumidor y productor de contenidos, abriendo la posibilidad de crear aplicaciones interactivas, y la capacidad de transmitir varias señales en un mismo canal asignado, gracias a la diversidad de formatos existentes.

**Televisión digital terrestre (TDT).**- Es la transmisión de imágenes en movimiento y su sonido asociado (televisión) mediante una señal digital (codificación binaria) y a través de una red de repetidores terrestres.

La tecnología de televisión analógica sólo permite la transmisión de un único programa de televisión por cada canal UHF. La codificación digital de los programas permite que en el ancho de banda disponible en un solo canal UHF se puedan transmitir varios programas con la calidad similar a la de un DVD o uno o dos con calidad HD.

### **1.3.1 CARACTERÍSTICAS**

Se pueden mencionar varias características de la DTV, pero entre las más importantes se puede mencionar la capacidad de transmisión de imágenes en alta definición, Sonidos en sistema *Surround Sound 5.1*, transmisión múltiple de canales (*multicasting*); transmisión de datos a alta velocidad de forma bidireccional, y la imagen en pantalla más ancha (relación de aspecto personalizada).

Con lo expuesto se puede mencionar que la televisión digital puede ofrecer calidad de imagen y sonido comparada con las que se encuentran en las salas de cine, una pantalla ancha, colores más definidos, múltiples programas o un solo programa en alta definición (HDTV) y otros nuevos servicios que actualmente se están desarrollando.

La definición que maneja la televisión digital puede ser HDTV o la transmisión simultánea de múltiples programas en definición estándar (SDTV), la cual presenta imágenes de menor definición que HDTV, pero significativamente mejor que la televisión analógica.

### 1.3.2 ESTÁNDARES DE TELEVISIÓN DIGITAL

En todo el mundo se han desarrollado varios estándares de televisión digital, estos son:

- Estándar Americano, ATSC (*Advanced Television Systems Committee*)
- Estándar Europeo, DVB (*Digital Video Broadcasting*)
- Estándar Japonés, ISDB-T (*Integrated Services Digital Broadcasting*).
- Estándar Chino, DTMB (*Digital Terrestrial / Television Multimedia Broadcasting*)

#### 1.3.2.1 ATSC – *Advanced Television System Committee*

Es el estándar estadounidense de televisión digital, adoptado por Canadá, México y Corea del Sur. El *Advanced Television Systems Committee* es una organización internacional sin fines de lucro que desarrolla estándares para televisión digital.

En este existe la posibilidad de difusión de contenidos en alta definición (HDTV), televisión de definición estándar (SDTV), *broadcasting* de datos, audio multicanal *surround-sound* y televisión interactiva.

Dentro de ATSC existen más de 20 estándares relacionados con los formatos de difusión de los servicios disponibles y sus contenidos. Los mismos están disponibles gratuitamente en el sitio web de la ATSC. Algunos de los estándares son:

- *Digital Audio Compression.*
- *DTV Program and System Information Protocol (PSIP).*
- *Data Broadcasting Services.*
- *DTV Application Software Environment (DASE) for enhanced and interactive services.*

- *Conditional Access for Terrestrial Broadcast.*
- *Modulation and Coding for DTV applications over Satellites.*

### **1.3.2.2 DVB – (*Digital Video Broadcast*)**

Es el estándar europeo de televisión digital, ha sido adoptado mundialmente por más de 100 países. Desde su concepción en 1993, el proyecto DVB ha tenido mucho éxito al crear un estándar abierto para televisión digital. Se estima que existen más de 120 millones de receptores DVB en operación.

De acuerdo a sus creadores, este estándar permite considerables economías de escala y asegura que quien lo utilice y el público se beneficie del proceso de migración a sistemas digitales.

#### **Estándares de transmisión de la DVB**

Existen múltiples estándares creados por la DVB, la razón de esta variedad se debe principalmente a los diferentes medios de transmisión de la señal, ya sea por antenas de televisión convencional, satélite, cable, o para dispositivos móviles. Los estándares son los siguientes:

- Televisión terrestre: DVB-T (*Digital Video Broadcasting – Terrestrial*) y para dispositivos portátiles: DVB-H (*Digital Video Broadcasting Handheld*).
- Por Cable: DVB-C (*Digital Video Broadcasting - Cable*) y DVB-C2.
- Por Satélite: DVB-S (*Digital Video Broadcasting by Satellite*) y DVB-S2.

El sistema DVB-C (*Digital Video Broadcasting - Cable*), se desarrolló durante el año 1994. Y está centrado en el uso de 64 QAM y utilizando los satélites, en caso de ser necesario, para transmitir la señal en un canal multiplex por satélite, que luego se va a transmitir por una red cableada.

El sistema DVB-T (*Digital Video Broadcasting – Terrestrial*), es el más complejo de todos, pues hubo que hacerle frente a un ancho de banda de ruido en el medio ambiente y multi-ruta. El sistema tiene diversas dimensiones de la agilidad del receptor, donde el receptor está obligado a adaptar su decodificación en función de la señalización. El uso de OFDM es un elemento clave. Hay dos modos: 2K portadoras más QAM, 8K más QAM. El modo 8K puede dar más protección multi-ruta, pero el modo 2K puede ofrecer ventajas Doppler cuando el receptor está en movimiento. Existen directrices para aplicarlo.

El sistema DVB-H (*Digital Video Broadcasting Handheld*), está pensado para utilizar en receptores de mano, es decir, portátiles lo que incluye características, que además de otras medidas, incluye una reducción notable en el consumo de batería (mediante cortes de tiempo) y un modo 4K OFDM. Además los servicios que incluya el DVB-H tendrán sistemas de compresión mucho más eficientes como el MPEG4 AVC o el SMPTE VC1.

El sistema DVB-S (*Digital Video Broadcasting by Satellite*), es el estándar del Proyecto DVB para transmisión vía satélite Para lo cual se adoptó la codificación QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) y tiene un flujo binario (siendo variable) desde 18,4 hasta 48,4 Mbits/s. Si bien la norma DVB-S sólo especifica las características físicas y la elaboración del enlace, el flujo de transporte emitido por DVB-S utiliza el MPEG-2, conocido como MPEG-TS

### **Características relevantes de los estándares DVB**

MPE-FEC (*Multiprotocol Encapsulation – Forward Error Correction*) es el protocolo de corrección de errores usado por el estándar DVB-H, puesto que las interfaces de entrada y salida son IP. La combinación del protocolo de corrección de errores junto con su capacidad de entrelazado, proporciona un robusto mecanismo para mejorar notablemente la relación portadora a ruido (C/N) y el Efecto Doppler.

El efecto Doppler, es el aparente cambio de frecuencia de una onda producido por el movimiento relativo de la fuente respecto a su observador.

### **1.3.2.3 ISDB-T (*Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial*)**

El sistema ISDB-T es el estándar internacional de televisión digital terrestre más avanzado que existe actualmente. ISDB-T tiene tres tipos de sistemas ISDB-S (satélite), ISDB-T (terrestre) e ISDB-C (cable), todos ellos desarrollados en Japón con la finalidad de ofrecer flexibilidad, capacidad de expansión y difusión de los servicios de transmisión de contenidos multimedia, cada uno empleando las redes respectivas. Los servicios de televisión digital terrestre usando ISDB-T se iniciaron en Japón en Diciembre de 2003 y en Brasil en Diciembre de 2007. El número de países que han adoptado este estándar está creciendo gradualmente debido a la ventaja tecnológica y los amplios servicios que ofrece.

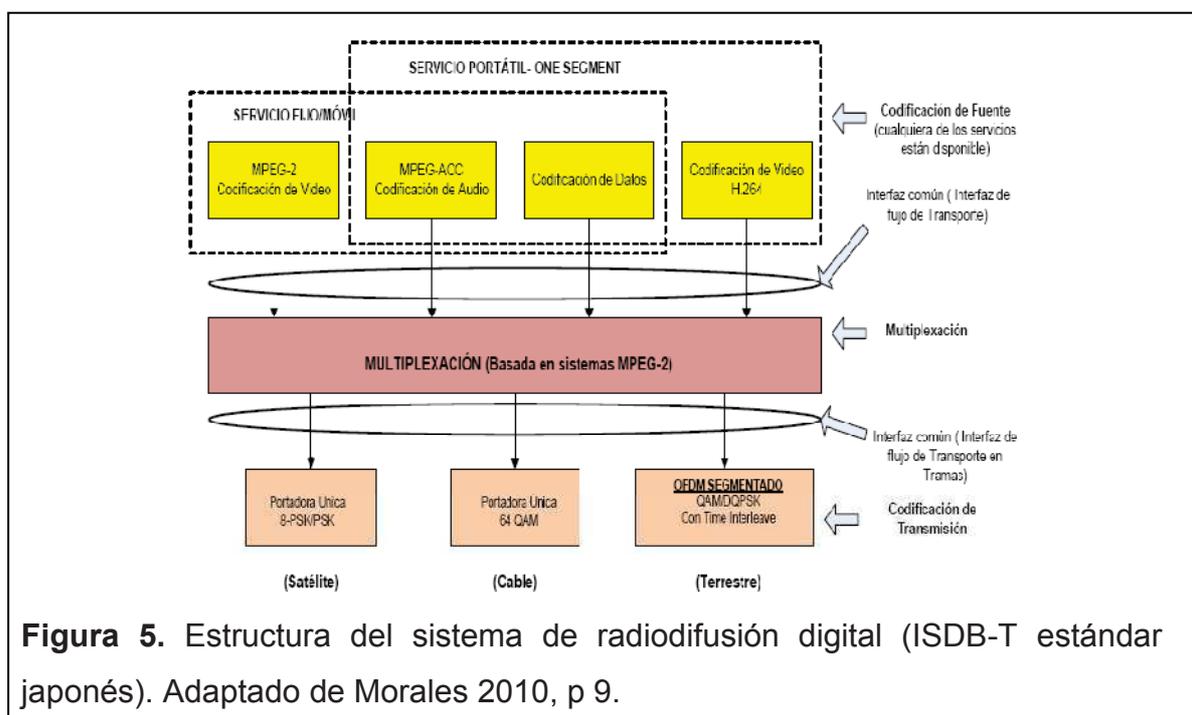
Los países que han optado por este sistema y lo tienen en marcha son: Japón, Brasil, Perú, Venezuela, Chile, Argentina y Ecuador. ISDB-T posee la capacidad de proporcionar servicios de HDTV o servicios multiprograma sobre un canal con un ancho de banda de 6 [MHz], además presenta una gran robustez frente a pérdidas ocasionadas por multitrayecto e interferencia, con lo cual se garantiza una excelente recepción tanto portátil como móvil.

#### **1.3.2.3.1 Características técnicas de ISDB-T**

##### **Estructura de ISDB-T**

En general el sistema de transmisión digital está compuesto de 3 bloques: bloque de codificación de fuente, bloque de multiplexación y bloque de codificación para la transmisión. En el diseño del sistema se consideran los contenidos del servicio de radiodifusión, la configuración del servicio de transmisión (recepción fija/móvil y recepción portátil), la estructura del sistema, las tecnologías empleadas y las especificaciones para la radiodifusión. La

figura 5 muestra la estructura del sistema de radiodifusión digital (ISDB-T estándar japonés)



**Alta calidad y flexibilidad de servicio.-** En el ISDB-T, se han adoptado las siguientes tecnologías: (a) Tecnología multiplex flexible (sistema MPEG-2), (b) Sistema de codificación de video/audio flexible y de alta eficiencia (MPEG-2 y MPEG AAC (*Advanced Audio Coding*)).

### 1) Tecnología MPEG-2 para la codificación de video y tecnología MPEG-AAC para la codificación de audio

La tecnología para la codificación de video, MPEG-2, soporta muchas clases de calidad/formato de video. Para el sistema de audio se utiliza MPEG-AAC, un sistema de codificación de audio con un altísimo nivel de compresión y calidad, el cual también soporta varias clases de formatos de audio. En Sudamérica ya está en uso el sistema de sonido envolvente, Dolby 5.1 y para la compatibilidad entre MPEG-AAC y Dolby, se utiliza el convertidor A AC/DTS.

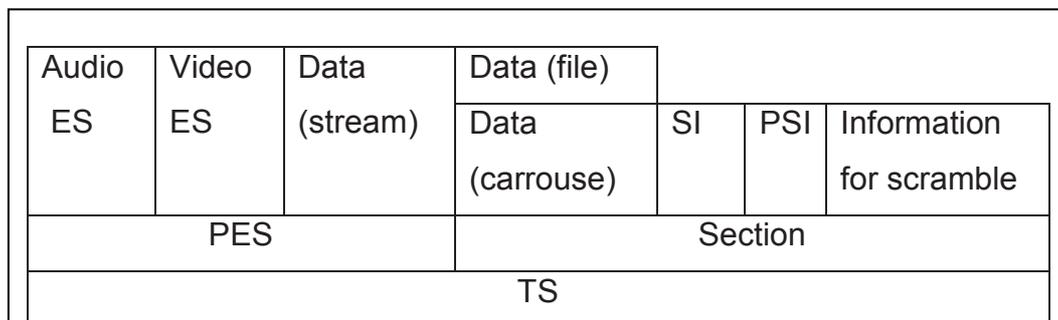
### 2) Sistemas MPEG-2 para multiplexación

El estándar de televisión digital ISDB-T adoptó los sistemas MPEG-2 como tecnología de multiplexación. En los sistemas MPEG-2, todos los contenidos de difusión, (video, audio, datos) son multiplexados en un paquete denominado Flujo de Transporte (*Transport Stream*). La generación de esta cadena de datos se puede dividir en dos capas, la de sistema y la de compresión.

Características básicas de MPEG-2 TS:

- No existen protecciones contra errores dentro del múltiplex. Las citadas protecciones y la subsiguiente modulación de los flujos MPEG son objeto de bloques de procesamiento posteriores, que son función del medio de transmisión elegido.
- No hay especificación física o eléctrica para los múltiplex MPEG. El diseñador puede elegir los niveles de señal y tipo de conector que mejor se adapte a su aplicación.

En la Figura 6 se muestra, El Formato multiplexado en el sistema ISDB-T.



**Figura 6.** Formato multiplexado en el sistema ISDB-T.

Adaptado de Morales 2010, p 11.

Lo que hizo posible en un estándar muchas clases de servicio de transmisión, tales como HDTV, HDTV +SDTV, Multicanales SDTV.

**Robustez / flexibilidad de recepción.-** Para el diseño del sistema de transmisión terrestre digital, es importante considerar los factores de degradación de la banda VHF/UHF, tales como, por supuesto el ruido térmico, interferencia multi-path (estática y dinámica), ruido urbano, desvanecimiento en

la recepción móvil, portátil y otros. Para dar robustez contra tales factores de degradación, ISDB-T adoptó el sistema de transmisión OFDM con la tecnología de "Time Interleave". Dando como resultado, menor potencia de transmisión, posibilidad de usar antenas de recepción internas, servicios de recepción móvil / portátil, etc.

**Utilización efectiva del recurso de frecuencias.-** Adoptando el sistema de transmisión OFDM, es posible la construcción de una red de Isofrecuencia (SFN). Lo que hizo posible reducir frecuencias para transmisores de repetidores. Además, usando la misma frecuencia para muchos transmisores de la misma red, no es necesario cambiar el canal de recepción de los receptores móviles/portátiles.

**Movilidad / Portabilidad.-** Para permitir los servicios de recepción fija / móvil / portátil en el mismo canal, ISDB-T desarrolló una nueva tecnología, llamada "Sistema de Transmisión Segmentada OFDM".

**Servicio One-seg.-** Usa un segmento del ancho de banda de 6MHz, no necesita otro canal, por lo que no necesita otro transmisor, permite ahorrar frecuencias y costos de infraestructura al la compañía transmisora.

**Compatibilidad.-** En Japón, los receptores integrados, que cuentan con sintonizadores para satélite y para recepción terrestre, son muy populares. Estos tipos de receptores ahorran costos por que usan circuitos de recepción comunes.

### 1.3.2.3 DTMB

DTMB (*Digital Terrestrial Multimedia Broadcast*) es el estándar de Televisión para terminales fijos y móviles utilizado en la República Popular China, Hong Kong y Macao. A pesar de que en un principio este estándar recibió el nombre

de DMB-T/H (*Digital Multimedia Broadcast-Terrestrial Handheld*), el nombre oficial que se le asignó es DTMB.

La transmisión de datos es implementada mediante el estándar TDS-OFDM (*Time Domain Synchronuous Orthogonal Frequency Division Multiplexing*), el cual, de acuerdo con el co-desarrollador de DMB-T con la Universidad Tsing Hua, es capaz de transmitir calidades aceptables de señal para receptores HDTV moviéndose a velocidades de hasta 200 Km/h. También permite la transmisión de varios canales por una misma frecuencia.

La recepción móvil.- Es compatible con la radiodifusión de TV digital en definición estándar (SD), la radiodifusión de audio digital, la radiodifusión multimedia y servicio de datos de radiodifusión.

La recepción fija.- Además de los servicios antes mencionados, también es compatible con la radiodifusión de TV digital en alta definición (HD).

El estándar DTMB utiliza muchas tecnologías avanzadas para mejorar su rendimiento, como por ejemplo: un código pseudo-aleatorio de ruido (*PN-Pseudo-random Noise*), que permite una sincronización más rápida del sistema y una estimación de canal más precisa; codificación LDPC (*Low-Density Parity-Check*) como protección contra errores.

### **Características**

- Tasa de transmisión de bits: de 4.813Mbps a 32.486Mbps.
- Difusión de SD, HD, y servicios multimedia.
- Flexibilidad de servicios (al soportar la combinación de Redes de Frecuencia Única).
- Procesamiento de datos en dominio temporal y frecuencial.
- Difusión de entre 6 y 15 canales en SD y 1 o 2 en HD.
- Misma calidad de recepción que el cable.

## 1.4 COMPARACIÓN DE LA TELEVISIÓN ANALÓGICA VS TELEVISIÓN DIGITAL

Una de las más notorias diferencias es la calidad de la imagen, ya que la televisión digital tiene un mayor número de elementos de imagen (píxeles) por pulgada.

En un sistema analógico todo el ancho de banda del canal es ocupado por la señal de un único programa (vídeo + audio asociado). En un sistema digital, el mismo ancho de banda es ocupado por las señales de hasta cuatro a seis programas. La eficiencia espectral es, por tanto de cuatro a seis veces mayor en los sistemas de transmisión digital de televisión.

La relación entre la potencia máxima o potencia pico y la potencia efectiva es del orden de 2 dB en el caso analógico y de unos 10 dB en el digital, lo que impone condiciones más severas de funcionamiento a los amplificadores de potencia de los transmisores digitales.

El procesado de la señal suministrada al transmisor es considerablemente más complejo en el caso digital que en el analógico. Las ventajas de los sistemas digitales se consiguen a expensas de esta mayor complejidad.

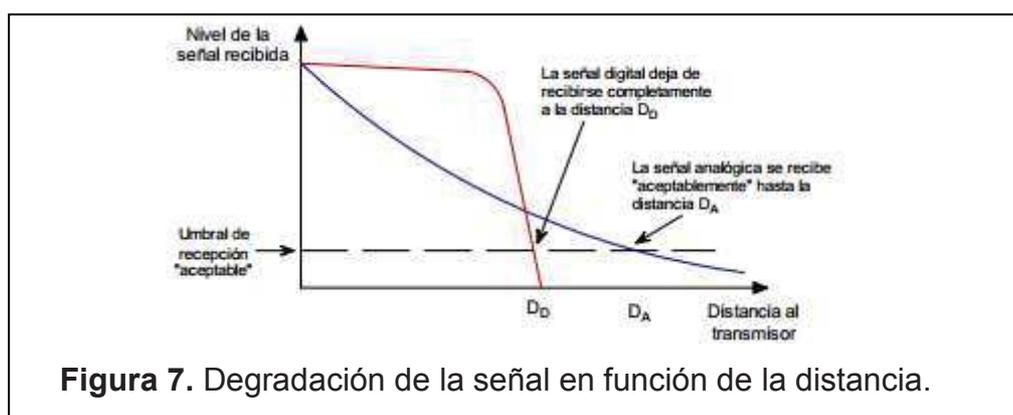
Los sistemas de televisión digital transmiten la información en formato binario, lo que equivale a transmitir varios millones de 1's y 0's cada segundo. Mientras el receptor pueda leerlos, puede desplegar imágenes virtualmente perfectas. En palabras sencillas, o se recibe imagen de perfecta calidad o no se recibe nada.

La televisión digital (DTV) elimina la lluvia e imágenes borrosas causadas por señales distantes o por torres de transmisión sin línea de vista. Si un televisor analógico no recibe una señal fuerte, no distorsionada desde el transmisor, no se podrá obtener una imagen perfectamente clara.

Las perturbaciones en una transmisión de señales analógicas o digitales es inevitable, pues existen una serie de factores como: Ruido, Distorsión de retardo, Atenuación y distorsión de atenuación. Que afectan a la calidad de las señales transmitidas por lo que nunca serán iguales a las señales recibidas.

En las señales digitales esto limita la velocidad de transmisión pues estas perturbaciones en una línea de transmisión producen el incremento en la tasa de errores de bits, y en una señal analógica esta línea de transmisión introduce variaciones de amplitud y frecuencia lo que degrada la calidad de la señal. Sin embargo, la señal en un sistema digital puede permanecer perfecta hasta que la señal se vuelve tan débil que el receptor, de manera que no es capaz de distinguir entre un (1) y un (0), punto en el cual la imagen desaparece por completo

La degradación de la señal en función de la distancia al transmisor es paulatinamente más suave en los sistemas analógicos que en los digitales. En éstos la señal se degrada rápidamente y puede decirse que la señal se recibe bien hasta una cierta distancia a partir de la cual deja de recibirse. Esto no ocurre en los sistemas analógicos, como se ilustra en la Figura 7.



Una ventaja que distingue la transmisión digital es que la recepción de la señal digital presenta notables mejoras en comparación con su par analógica. Una razón por la cual la televisión por cable se ha vuelto tan popular, es precisamente porque puede dar imágenes claras de televisión sin importar donde se ubique el televidente. Los televidentes no tienen que estar ajustando

la antena con el fin de lograr captar señales débiles de un transmisor distante con el fin de obtener una imagen clara. Ejemplo de cantidad de bits que genera la digitalización:

**Tabla 5.** Cantidad de bits que genera la digitalización.

| <b>Formato</b>                | <b>Pixeles</b>            | <b>Capacidad de almacenamiento</b>                  | <b>Velocidad de transmisión</b>                     |
|-------------------------------|---------------------------|---|---|
| En formato convencional (4:3) | 720x576 puntos (píxeles)  | 1 Mbyte   | 170 Mbps  |
| En formato panorámico (16:9)  | 960x 576 puntos (píxeles) | requiere un 30% más de capacidad que el formato 4:3 | requiere un 30% más de capacidad que el formato 4:3 |
| En formato alta definición HD | 1920 x1080                | 4Mbyte por imagen                                   | 1Gbps   |

Esta redundancia es explotada por las técnicas de compresión digital, para reducir la cantidad de números generados en la digitalización, hasta ciertos niveles adecuados que permiten su transporte con una gran calidad y aprovechando adecuadamente los recursos.

Los canales radioeléctricos de la televisión digital ocupan el mismo ancho de banda (6 MHz u 8MHz) que los canales utilizados por la televisión analógica, pero debido a la utilización de técnicas de compresión de las señales de imagen y sonido (MPEG), tienen capacidad para un número variable de programas de televisión en función de la velocidad de transmisión, pudiendo oscilar entre un único programa de televisión de alta definición (gran calidad de imagen y sonido) a cinco programas con calidad técnica similar a la actual

Sin embargo, inicialmente, se ha previsto que cada canal múltiple (canal múltiple se refiere a la capacidad de un canal radioeléctrico para difundir varios programas de televisión simultáneamente) de cobertura nacional o regional, incluya como mínimo cuatro programas o uno de alta definición.

## **1.5 HDTV: TELEVISIÓN DIGITAL DE ALTA DEFINICIÓN**

Televisión de alta definición (High Definition TV).- HDTV es la cantidad de píxeles por línea y de cantidad de líneas por campo que conforma cada cuadro de la señal.

El primer sistema HDTV que fue mostrado fue una versión aumentada en escala de NTSC, basada en procesamiento analógico y ofreciendo 1,125 líneas. La tasa de cuadros y el patrón de barrido entrelazado de NTSC no fueron cambiados por el sistema NHK (*Nippon Hōsō Kyōkai*).

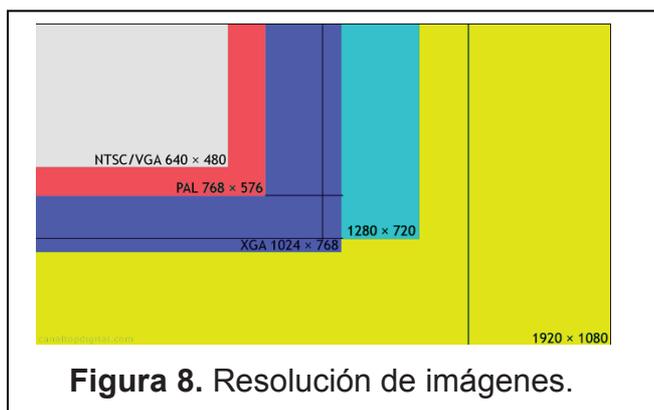
### **1.5.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

La pantalla HDTV utiliza una proporción del aspecto 16:9. La alta resolución de las imágenes (1920 píxeles × 1080 líneas o 1280 píxeles × 720 líneas) permite mostrar mucho más detalle comparado con la televisión analógica o de SD (*Standard Definition*).

El códec utilizado para la compresión puede ser MPEG2, H.264 o WMVHD (*Windows Media Video High Definition*), aunque el MPEG-2 se está quedando relegado actualmente por su baja eficiencia de compresión comparado con los otros codecs.

La resolución 1920x1080 suele estar en modo entrelazado, para reducir la demanda de ancho de banda. Las líneas son muestreadas alternadamente 60 veces por segundo, de forma similar al entrelazado a 60 Hz en NTSC. Este formato se denomina 1080i o 1080i60. En las áreas donde tradicionalmente se utiliza la norma PAL a 50 Hz se utiliza 1080i50.

También son utilizados los formatos de muestreo progresivo con una velocidad de 60 cuadros por segundo. El formato 1280x720 en la práctica siempre es progresivo (refrescando el cuadro completo cada vez) y es así denominado 720p. Varias televisoras americanas actualmente transmiten en 720p/60.



### 1.5.2 SISTEMAS HDTV (*High Definition TV*)

- **MUSE (*Multiple Sub-Nyquist Samplig Encoding*)**

Nuevamente Japón tuvo el primer sistema HDTV operando, sus diseños se remontan a 1979. Es así que en Japón comenzó la emisión de señales HDTV analógicas a principios de los años 1990, usando una resolución de 1035 líneas entrelazadas (1035i). El sistema japonés MUSE, desarrollado por los laboratorios de ciencia e investigación técnica de NHK (*Nippon Hōsō Kyōkai*) en los años 1980, empleando sistemas de filtrado para reducir la señal fuente original y así disminuir el ancho de banda necesario.

Por ejemplo, tres elementos de cuadro sucesivos en una línea derivaban realmente de tres barridos separados. Una panorámica de cámara completa con este método pierde un 50% de la resolución horizontal.

Desde entonces, Japón ha cambiado a un sistema HDTV digital basado en ISDB-T.

- **HD-MAC (*Multiplexed Analogue Components*)**

La Comisión Europea estableció un estándar europeo para HDTV digital sin compresión mediante una directiva en 1986 (MAC). Sin embargo, nunca fue popular entre las estaciones de televisión. Para operar requiere que todos los emisores por satélite de alta potencia usen MAC a partir del año 1986. Debido al avance tecnológico y el lanzamiento de satélites de media potencia por SES Astra, las estaciones podían trabajar sin MAC para bajar así los costes de transmisión. Es así que HD-MAC (la variante de alta definición de MAC) se dejó para enlaces satélite intercontinentales.

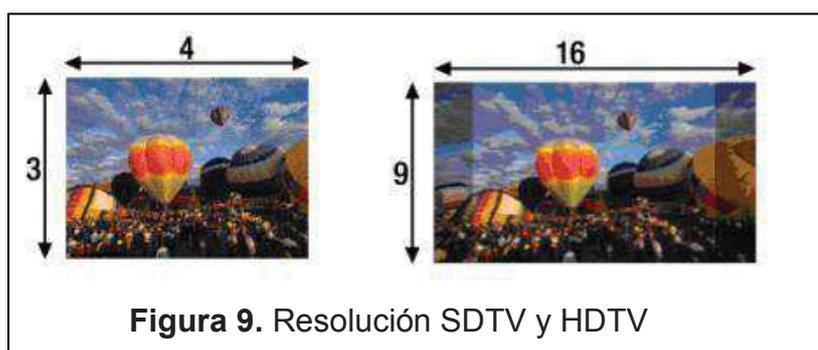
### 1.5.3 SISTEMAS ACTUALES

- **Europa.-** Por ahora, muchos de los países muestran un limitado interés por la HDTV. Lo más común es la EDTV (*Enhanced Definition Television*) usando DVB.
- **Reino Unido.-** La BBC ya produce algunos programas (principalmente documentales) en HD para mercados extranjeros, como EEUU y Japón.
- **Japón.-** Ha sido pionero en HDTV por décadas con una implementación analógica. Su antiguo sistema no es compatible con los nuevos estándares digitales. En Japón, la emisión terrestre de HD por ISDB-T empezó en diciembre de 2003. Hasta la fecha se han vendido más dos millones de receptores HD en Japón.
- **Corea del Sur.-** Tras una larga polémica entre el gobierno y las emisoras, el formato ATSC fue elegido frente a DVB-T.
- **Australia.-** Empezó a emitir en HD en enero de 2002 pero el contenido en HD no fue obligatorio hasta agosto de 2003. La mayoría de las ciudades en Australia con más de 40.000 habitantes disponen de al menos un canal de TDT.
- **Brasil.-** Las universidades brasileñas e instituciones de investigación y del gobierno están debatiendo las mejores políticas para implantar un sistema de DTV en Brasil.

- **México.-** La compañía de televisión mexicana Televisa empezó a hacer emisiones experimentales en HDTV a principio de los años 90 en colaboración con la compañía japonesa NHK. A día de hoy ya hay algunos programas en HDTV.

#### 1.5.4 COMPARACIÓN ENTRE HDTV Y SDTV

Una señal HDTV tiene por lo menos el doble de resolución que el SDTV, razón por la cual se puede mostrar mucho más detalle en comparación a un televisor analógico o un DVD normal. Además, los estándares técnicos para transmitir HDTV permiten que se proyecte, utilizando una relación de aspecto de 16:9 sin utilizar franjas de colores y por lo tanto se puede incrementar la resolución del contenido como muestra la figura 9.



#### Ancho de Banda:

Televisión convencional.- Únicamente 6 MHz del espectro son asignados por la FCC (SCT en México) para las estaciones de TV.

HDTV.- Las señales de HDTV, transmitidas sin comprimir, requieren anchos de banda de hasta 30 MHz.

Como las señales de HDTV requieren más de 6 MHz de espectro, los sistemas HDTV no solo serán incompatibles con los equipos de TV, la solución es la tecnología de compresión digital puede comprimir las señales de HDTV dentro de 6 MHz. Utilizando la compresión MPEG-2, los mismos 6 MHz de ancho de

banda que transportan un canal de HDTV pueden transportar seis canales NTSC en formato digital.

**Líneas de barrido:**

Televisión convencional.- 525 líneas en el sistema NTSC, un estándar de difusión utilizado en Estados Unidos, México, Japón, y otros países.

HDTV.- Mas de 1,000 líneas de barrido. Generalmente 1,125 o 1,250 líneas.

**Método de barrido:**

Televisión convencional: Utiliza un método de barrido entrelazado, en el cual la imagen es iluminada por los patrones sucesivos de líneas alternadas. El barrido entrelazado reduce el parpadeo de la pantalla al permitir que la mitad de la pantalla permanezca iluminada en cualquier instante, pero tiene la desventaja de crear irregularidades en el movimiento vertical.

HDTV.- Utiliza un método de barrido progresivo, en el cual la imagen es barrida línea por línea, consecutivamente, de arriba a abajo de la pantalla. La mayor resolución de imagen decrementa la susceptibilidad de HDTV. También son menos susceptibles a interferencia que las señales analógicas.

## Capítulo 2

### 2.1 TELEVISIÓN SOBRE PLATAFORMA IP (IPTV)

#### 2.1.1 INTRODUCCIÓN

Las siglas IPTV corresponden al sistema de televisión sobre el protocolo de comunicaciones *Internet Protocol*, es decir lo que comúnmente se ha denominado como televisión IP. Este protocolo describe los servicios a través de los cuales se puede recibir la señal de televisión o video para lo cual utiliza una conexión de banda ancha a Internet aprovechando las posibilidades de la misma para transmitir señales desde un servidor a múltiples destinos.

Según La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) y su grupo enfocado al estudio de IPTV (ITU-T FG IPTV) la definición del sistema es la siguiente: *“IPTV es definido como un conjunto de servicios multimedia, tales como: televisión, video, audio, texto, gráficos y datos entregados sobre redes IP, y requiere que para su prestación se cumpla con las características de QoS (Calidad de servicio) y QoE (Calidad de Experiencia) además de la posibilidad de adicionar características de interactividad, seguridad y confiabilidad.”*

Hay que mencionar que IPTV no es un protocolo por sí solo, IPTV o Televisión sobre el protocolo IP, ha sido desarrollado basándose en el *video-streaming*, también se lo denomina Televisión por Protocolos de Internet, Telco TV o Televisión de banda ancha

Actualmente IPTV es un servicio que va ganando popularidad en los principales países del mundo. Este servicio es ofertado por un proveedor de Internet y es transmitido a través de la conexión de banda ancha a los hogares. Y es aplicable en países con buena penetración de conexiones de banda ancha.

Por sus características IPTV permite almacenar los contenidos para verlos las veces que se desee, pero además permite realizar pausas, avanzar, retroceder, etc., como si de una cinta de video o DVD se tratase.

La televisión IP (IPTV), al tratarse de imágenes en tiempo real, necesita un gran ancho de banda para su correcto funcionamiento, esto ha dado como resultado el gran auge de las conexiones a Internet y a la evolución tecnológica que ha permitido ofrecer cada vez un mayor ancho de banda a los usuarios a menor precio.

En el ámbito de las comunicaciones, las transmisiones de video representan uno de los servicios que mayormente demandan ancho de banda por la cantidad de información transmitida y su funcionamiento en tiempo real. Para mejorar la calidad de servicio en una transmisión de video es fundamental conocer y evaluar su comportamiento a través de la red y, de esta forma, poder aplicar esquemas de modelamiento que permitan evaluar de una manera más precisa el comportamiento del video.

El desarrollo evolutivo de las telecomunicaciones y el auge de la necesidad de mostrar nuevas aplicaciones tecnológicas, han hecho que los actuales medios de comunicación planteen propuestas innovadoras que permitan cada vez más una fácil adquisición de la información. Los sistemas de TV sobre IP han mostrado un crecimiento global, desarrollando estándares digitales de video que permiten mejorar la eficiencia en los sistemas de transmisión.

Las empresas proveedoras de Internet o ISPs han venido estableciendo un conjunto de aplicaciones sobre la misma infraestructura de red, proporcionando así un mayor aprovechamiento y rentabilidad a la red ya desplegada y creando la opción de entrar a competir con la TV digital terrestre y la televisión satelital.

En los sistemas IPTV existe una serie de aplicaciones y de servicios que hacen de esta tecnología una herramienta más interactiva para el usuario, como son: la

televisión por demanda, pago por ver, grabador de video personal, entre otras. Es de gran importancia analizar la arquitectura y tecnología que facilita la entrega de este servicio a los usuarios ya que de esto depende proveer a los usuarios señales de óptima calidad y la posibilidad de éxito que tenga el servicio a futuro.

Los servicios de entretenimiento, transmisión de datos y telefonía están transitando una etapa de transformación radical que se identifica como un fenómeno denominado convergencia, misma que está cambiando nuestras necesidades y ambientes de comunicación.

Hasta hace poco, los proveedores para cada uno de estos servicios estaban bien diferenciados, pero ahora gracias a la digitalización están migrando hacia una plataforma de banda ancha, capaz de transportar servicio de telefonía (voz), televisión (video) y servicio de Internet (datos) dando paso a lo que conocemos como triple play.

### **2.1.2. COMPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS IPTV Y OTRAS TECNOLOGÍAS DE DIFUSIÓN**

La ventaja que tiene IPTV sobre los otros medios de difusión es la multiplicidad de servicios y la personalización de la programación única en este tipo de medios, gracias a las redes IP.

#### **2.1.2.1 TDT a IPTV**

La principal diferencia entre estos dos sistemas es son los televidentes hacia los cuales va dirigido el contenido; es así que TDT está dirigido a un público en general y el único requerimiento para el usuario es tener un sintonizador de TV digital conectado a un televisor o a un decodificador siendo la única restricción el hecho de que la programación la impone el operador.

Por otro lado, IPTV está orientado a un público que desea disfrutar de una programación más personalizada y que quiere obtener una serie de servicios de un sistema con una aplicación más interactiva. Otra diferencia básica es la forma de transmitir la programación, la TDT utiliza un medio aéreo a través de las bandas VHF/UIHF para su difusión e incorpora un canal de retorno para permitir la interactividad; por otro lado, IPTV utiliza redes cableadas privadas de operadores que cuentan con un canal físico dedicado a los contenidos, muchos de estos interactivos.

#### **2.1.2.2 SISTEMAS DE CABLE A IPTV**

La diferencia entre estos dos sistemas se puede ver desde un punto de vista arquitectónico y de servicios. Es importante mencionar que un sistema de TV por cable, basado en cobre, utiliza tecnología mixta, ya que al utilizar enlaces de fibra óptica, obliga a hacer una conversión electro-óptica y a digitalizar la información. Por otro lado, las redes IP que se implementan en los sistemas IPTV son completamente digitales.

El tipo de emisión para sistemas por cable es *broadcast* y todos los canales de distribuyen en distintas frecuencias, aunque nuevas aplicaciones pueden brindar el servicio de acceso condicional, permitiendo crear paquetes de programación al gusto del suscriptor.

En un sistema de televisión por cable la transmisión es unidireccional y va desde el *head end* al usuario, no así en los sistemas IPTV donde existen aplicaciones dinámicas que, gracias a las técnicas *multicast*, permiten brindar servicios personalizados como video por demanda y además su transmisión es bidireccional, lo cual permite mayor interactividad.

### 2.1.2.3. IPTV Y WEB-TV

Este concepto se relaciona en cierta medida con la IPTV, dado que puede hablarse de la web-TV con el uso de televisores con la capacidad de soportar protocolos de transmisión, entre ellos el protocolo IP, una muestra de esto es el desarrollo de terminales *Smart TV* que no solamente reproducen video, sino que también vienen a constituirse en terminales de red para ciertas plataformas.

La diferencia entre IPTV y Web-TV es que la segunda es accesible directamente por Internet, mientras que los servicios IPTV de las operadoras de telecomunicaciones son sistemas con una estructura propia, lo que les permite dar mejor servicio y la posibilidad de crear un sistema equivalente a la televisión por cable.

En este momento, una tendencia latente es la integración del acceso a la red (Internet) directamente al televisor, sea por su inclusión por parte de un fabricante de televisores, como por la conexión de *set top boxes* (STB) que conectados a Internet envíen las imágenes al televisor.

Con la generalización de estos dispositivos en los hogares, tendríamos que tanto los servicios desarrollados por las plataformas de gestión como los propios canales desarrollados en la red serían directamente accesibles desde el hogar, pudiendo competir potencialmente con cualquier otro contenido audiovisual.

Precisamente, son los proveedores de servicios de IPTV los que están introduciendo esta clase de dispositivos en los hogares, con capacidades para navegar en la red internet limitadas, por cuestiones de carácter técnico.

En el momento en que sea posible acceder a cualquier contenido desde el televisor, las barreras y diferencias conceptuales entre IPTV y Web-TV o televisión IP irán desapareciendo.

**Tabla 6.** Comparación de Web-TV y IPTV.

| <b>Web-TV</b>  | <b>IPTV</b>  |
|--|--|
| No se restringe a un territorio sino que es de alcance mundial.  | Restringido a una zona específica.                                   |
| No garantiza Calidad De Servicio (QoS).  | Ofrece Calidad De Servicio.  |
| El servicio es orientado al PC.  | Es orientado al televisor y requiere un decodificador (Set Top Box). |
| Modelo abierto a cualquier interesado en subir contenido.  | Utiliza un sistema cerrado controlado por el operador.               |
| Navegación por Internet para obtener contenido de audio y video.   | El operador utiliza una infraestructura de red cerrada.              |
| Ancho de banda compartido con otros usuarios. Se produce congestión en la red al tratar de ingresar muchos usuarios al mismo tiempo. | Ancho de banda dedicado para cada usuario.                           |

Tomado de: Sánchez E. 2008.

## 2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS IPTV

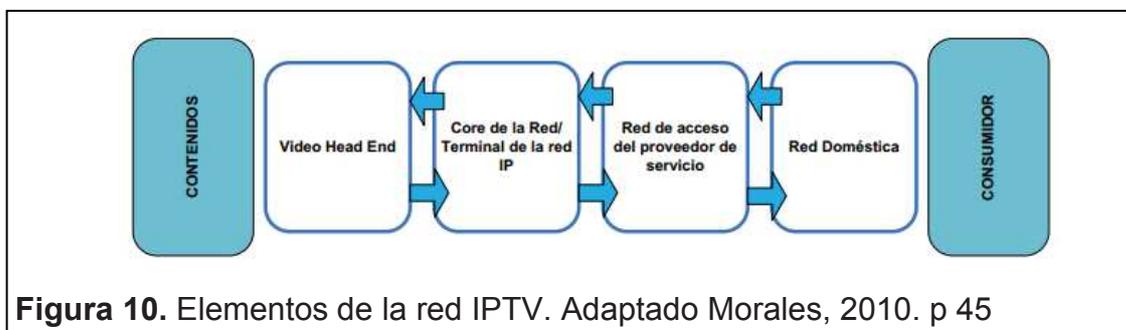
A diferencia de la los medios de televisión convencionales en los cuales estos proveen canales mediante frecuencias definidas, el sistema IPTV es completamente diferente.

Se basa en una tecnología *push-pull* la cual consiste en que el suscriptor pide un canal, contenido o música en particular y el proveedor activa el acceso a la información, se optimiza el ancho de banda requerido para la transmisión. Es por ello que el IPTV es consideran un servicio *on-demand* (bajo demanda). Ya

no se tiene que estar cambiando o sintonizando un canal deseado, sino simplemente ordenarlo.

El proceso de transmisión de la televisión sobre IP puede comenzar desde un servidor donde está almacenado el video, desde una transmisión en vivo o puede ser una señal satelital. Para convertir la señal de la fuente en datos digitales, debe pasar por un codificador, luego estos datos digitales son encapsulados en paquetes IP. Antes de ser distribuidos al usuario final, la señal de IPTV debe ser encriptada; luego, es transmitida para llegar a un *Set Top Box* que convierte los datos digitales en señal analógica para que pueda ser interpretada por el televisor.

IPTV es un sistema completo mediante el cual la señal de televisión es entregada a los usuarios sobre el protocolo IP (*Internet Protocol*). Este sistema está formado por los servidores del contenido, encargados de codificar la señal y fragmentarla, encapsulando los paquetes para ofrecerlos en la red IP *core*, mediante *multicast* o *unicast*. Una de las ventajas de los sistemas de TV sobre IP es la gestión que se ejerce sobre el tráfico para garantizar niveles de QoS más elevados, donde podemos señalar algunos parámetros que definen la QoS tanto para el audio como para el video, entre los que mencionamos el retardo, la pérdida de paquetes, el *jitter* promedio, entre otros. De esta forma, se establecen unas métricas como son el tiempo de retardo al efectuar un cambio de canal, la disponibilidad que tiene el canal, fallos en el cambio de canal, etcétera. La figura 10 muestra los elementos de la red IPTV.



De esta manera, el sistema IPTV se convierte en una serie de posibilidades en aplicaciones y servicios. El potencial de IPTV puede ser usado no solo como entretenimiento si no también un eficaz medio productivo. En las empresas, cada empleado puede acceder desde su estación de trabajo mediante una red a canales de la bolsa de valores, economía, etc.

### **2.2.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

El tráfico para IPTV crece debido a que el video se entrega en flujos constantes en el *Set Top Box*. La calidad de la imagen es controlada por el proveedor del servicio, el cual determina la tarifa de codificación (cantidad de *bits* por trama).

El sistema IPTV tiene características que lo diferencian de otros servicios de difusión, como requerir un mayor ancho de banda y, de esta forma exige una conexión de alta velocidad en el tramo de acceso. Dentro de las características principales de un sistema de TV sobre IP para su adecuado funcionamiento encontramos las siguientes:

Se necesitan redes de acceso de alta velocidad: ADSL2, ADSL2+, FTTH, VDSL, Ethernet, entre otras.

Distribución de los contenidos a través de una red de alta velocidad con funciones *multicast* de red y calidad de servicio garantizada.

Se implementa fibra óptica en la red troncal y se utiliza como núcleo de la red para realizar *multicast*. Utiliza un sistema de decodificación *Set Top Box* como dispositivo de recepción del usuario.

El sistema de televisión necesita una velocidad de conexión que oscila entre los 2.5 Mbps y 8 Mbps, dependiendo del tipo de codificación. Entre las funcionalidades que permite IPTV se puede mencionar selección de canal, almacenamiento local para funcionalidades de avance rápido, rebobinado,

etcétera, lo cual requiere una tasa de transmisión 1-4 Mbps para definición estándar y entre 4-12 Mbps para HDTV.

### 2.2.2. FORMATOS DE VIDEO EN SISTEMAS IPTV

El empleo de un estándar abierto, como por ejemplo H.264, fomenta la competitividad en el desarrollo de dispositivos de codificación, a su vez, reduce el costo de los mismos; promoviendo e incentivando al consumidor a gestionar mas contenidos.

Los formatos empleados por IPTV son:

- H.261: Se utilizó para videoconferencia, videotelefonía y sirve como base para otros.
- MPEG-1: Logra calidad similar a VHS y además es compatible con todos los ordenadores y casi todos los DVD.
- MPEG-2: Es el usado en los DVD y permite imagen a pantalla completa con buena calidad.
- H.263: Permite bajas tasas con una calidad aceptable. Usado en especial para videoconferencia y videotelefonía.
- MPEG-4 parte 2: Calidad mejorada respecto a MPEG-2
- MPEG-4 parte 10: También llamado H.264. Es el más usado actualmente por una gran variedad de aplicaciones.
- WMV: Se utiliza tanto para video de poca calidad a través de internet con conexiones lentas, como para video de alta definición. Mientras que MPEG-4 está respaldado por JVT. El formato WMV es un formato de compresión de video propietario de Microsoft.

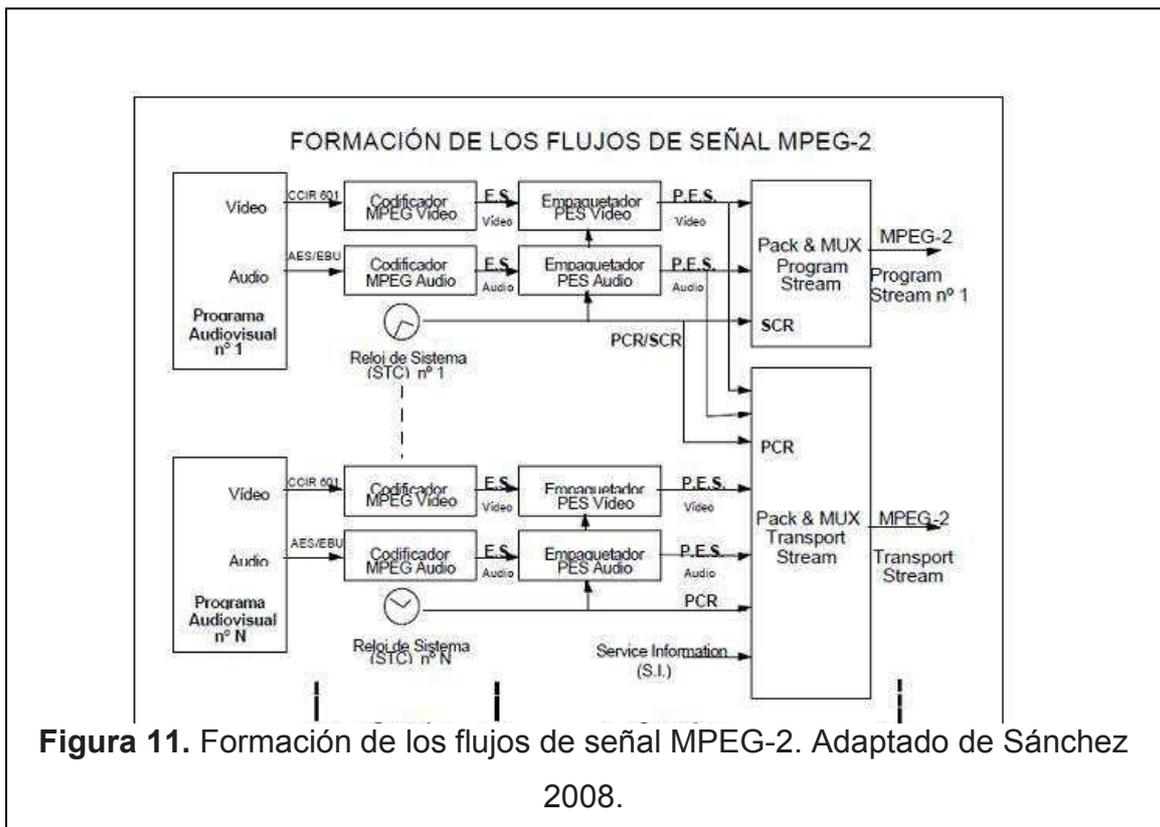
El formato de compresión MPEG (*Moving Picture Experts Group*) está encargado de establecer los estándares para la codificación y transmisión de audio y video. El video se puede definir como una reproducción secuencial de imágenes a una determinada velocidad para dar una sensación de movimiento al ojo humano. Estas imágenes denominadas fotogramas se representan de

manera digital, debido a que esta información ocupa un gran ancho de banda, por lo cual es necesario codificarla y comprimirla.

### **2.2.3. FORMATO MPEG-2**

Este formato (*Moving Pictures Experts Group 2*) MPEG-2, publicados como estándar ISO 13818 básicamente es implementado para codificar audio y video en señales de transmisión, que incluyen televisión digital terrestre, por satélite o cable. Además MPEG-2, con algunas modificaciones, es también el formato de codificación usado por los discos SVCD's y DVD's comerciales de películas. Logra relaciones de compresión de más de 50:1, pero mantiene la calidad visual del video original, a diferencia de MPEG-1. MPEG-2; es similar a MPEG-1, pero también proporciona soporte para video entrelazado (el formato utilizado por las televisiones). MPEG-2 no está optimizado para bajas tasas de bits (menores que 1 Mbit/s), pero supera en desempeño a MPEG-1 a 3 Mbit/s y superiores.

El estándar de compresión MPEG-2, trabaja con resoluciones desde 352 x 480 y 1920 x 1080 píxeles o 720x576 (PAL) y 720x480 (NTSC), permite que se almacene sólo la información de los cambios entre las tramas, generando redundancia en la información que transporta la primera trama y teniendo como ventaja la reducción en el ancho de banda, ya que va a existir información original que va a dejar de ser transmitida.



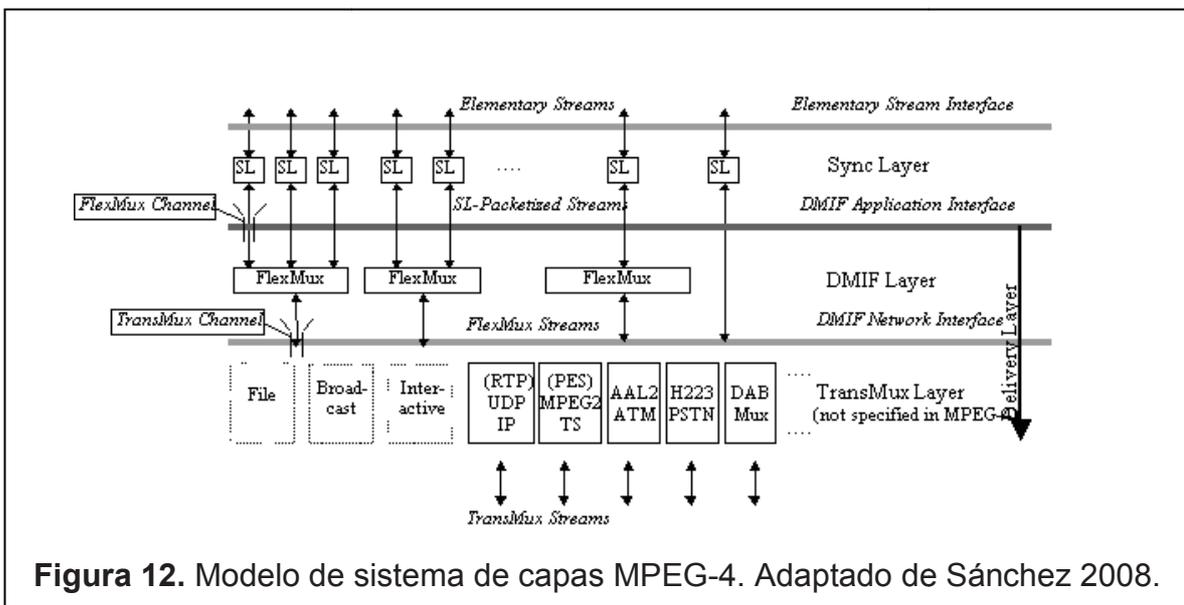
#### 2.2.4. Formato MPEG-4

El formato MPEG-4 (*Moving Pictures Experts Group*), es un estándar desarrollado por MPEG, el mismo grupo que desarrollo los estándares MPEG-1 y MPEG-2. El MPEG-4 ofrece mejores características a bajos flujos de datos, típicos de la web.

A diferencia de otros *codecs* para la Web, el MPEG-4 soporta contenido entrelazado, resoluciones de hasta 4096 x 4096 y un flujo de datos entre 5 Kbps y 10 Mbps en la versión 1. Teóricamente, el MPEG-4 requiere un ancho de banda muy bajo (telefonía móvil) hasta la televisión en alta definición (HDTV). Entre sus usos se encuentra el flujo de medios audiovisuales y emisión de TV.

Se forma por algoritmos de compresión que codifican datos, audio, y video, optimizando su calidad de almacenamiento, codificación y distribución en redes. Reconoce los objetos individualmente dentro de cada trama y puede manipular cada objeto de forma individual. Este formato maneja niveles de compresión de ocho a doce veces más que MPEG-2. Por ejemplo, el estándar de la compresión MPEG-2 consume aproximadamente 3.75 Mbps, el nuevo estándar de compresión, MPEG-4, consume solamente 2 Mbps, mientras que proporciona la misma imagen de alta calidad.

Oferta una administración y protección mejorada de la propiedad intelectual. Durante la decodificación, MPEG-4 recupera la información de cada objeto, ofreciendo al usuario la posibilidad de modificar cualquier parámetro disponible sin la necesidad de nuevas decodificaciones. Se puede afirmar que MPEG-4 es un formato extremadamente aceptado. Tanto que ha sido distribuido por *QuickTime 6* a millones de usuarios a través de Internet alrededor del mundo. Esto ha sido implementado en cámaras de video, es muy usado en Ipod y iTunes Music Store.



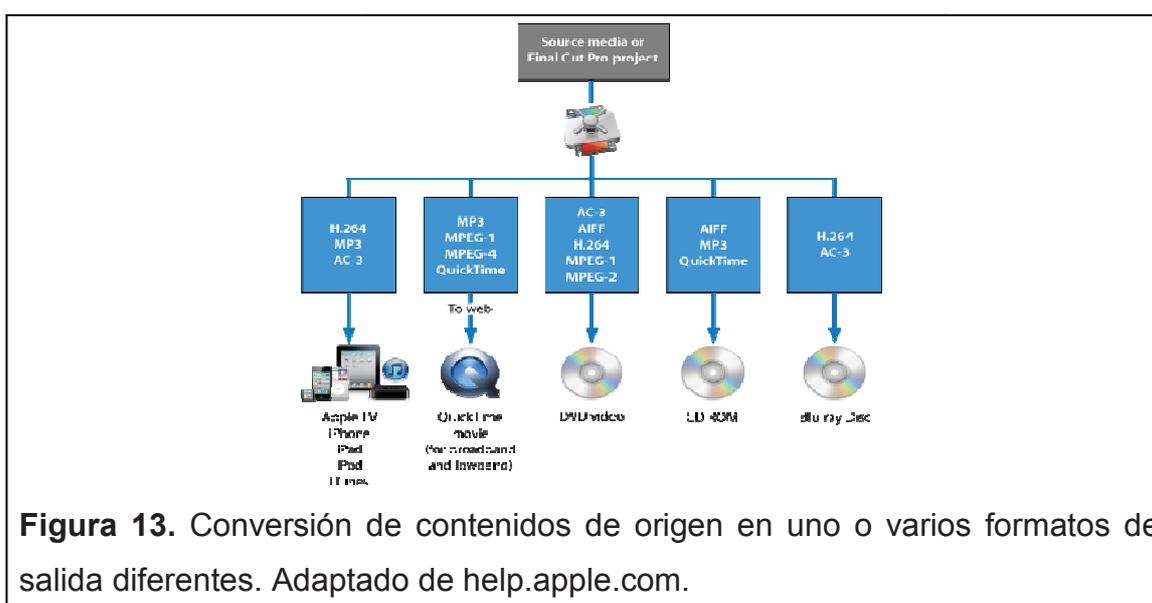
**Figura 12.** Modelo de sistema de capas MPEG-4. Adaptado de Sánchez 2008.

### 2.2.5. FORMATO H.264

El formato H.264 es un estándar para compresión video, también se conoce como MPEG-4 parte 10, mismo que no sólo es eficiente para el almacenamiento de video sino que también proporciona un alto rendimiento en compresión y es más robusto a errores de transmisión que sus antecesores MPEG-2, H.263 y MPEG-4 parte 2. Las comparaciones demuestran que el H.264 tiene una eficiencia de codificación de aproximadamente 1.5 veces mayor en cada secuencia de prueba, con relación a otros estándares. Una meta adicional era proporcionar bastante flexibilidad de permitir que el estándar sea aplicado a una variedad amplia de usos en redes y vídeo de los sistemas de televisión.

#### Características

El formato H.264/AVC/MPEG-4 parte 10, cuenta con los mismos elementos o bloques funcionales que sus antecesores, ya que también adopta un algoritmo híbrido de predicción y de transformación para la reducción de la correlación espacial y de la señal residual, control de la velocidad binaria o *bit rate*, predicción por compensación de movimiento para reducir la redundancia temporal, así como la codificación de la entropía para reducir la correlación estadística.



## 2.3. PROTOCOLOS IMPLEMENTADOS EN UN SISTEMA IPTV

En los servicios IPTV existen una serie de protocolos, dentro de los que se encuentran los protocolos para el transporte, el control de señales de video en tiempo real a través de una red IP y los protocolos para una transmisión *multicast* de red. A continuación mencionaremos algunos protocolos que explican el transporte y comportamiento en una transmisión de video a través de la red.

### 2.3.1. PROTOCOLOS DE TRANSPORTE Y DE CONTROL

En las transmisiones de video existen protocolos básicos utilizados para ofrecer servicios IPTV, dentro de los cuales encontramos protocolos de transporte como: TCP, UDP, RTP, RTCP, y protocolos de control de la sesión como RTSP Y SDP.

#### TCP y UDP

Los protocolos TCP Y UDP suministran las funciones básicas de transporte a través de una red IP. Estos también realizan las funciones de multiplexado, control de flujo y errores. Debido al retraso que genera la implementación de TCP, en cuanto a proceso de control y transporte, las transmisiones de video en tiempo real utilizan más el protocolo UDP, pero igualmente, dado que este protocolo no garantiza la entrega, el receptor debe implementar una capa superior RTP (*Real Time Transport Protocol*) para poder detectar la pérdida de los paquetes.

Las principales características del protocolo TCP son las siguientes:

- Permite colocar los datagramas nuevamente en orden cuando vienen del protocolo IP.

- Permite que el monitoreo del flujo de los datos y así evita la saturación de la red.
- Permite que los datos se formen en segmentos de longitud variada para entregarlos al protocolo IP.
- Permite multiplexar los datos.

**Tabla 7.** Segmento TCP.

|   |                        |
|---|------------------------|
| Bit (0)                                       | Bit(15)(16)            |
| Bit(31)                                       |                        |
| Puerto de Origen (16)                         | Puerto de Destino (16) |
| Número de secuencia (32)                      |                        |
| Número de acuse de recibido (32)              |                        |
| Longitud del encabezado(4)                    | Ventana (16)           |
| Reservado(6)                                  |                        |
| Bit de código (6)                             |                        |
| Checksum (16)                                 | Urgente (16)           |
| Opciones (0 ó 32 si las hay)                  |                        |
| DATOS DE LA CAPA APLICACIÓN (el tamaño varía) |                        |

Muestra los campos que conforman el segmento TCP. Tomado de Velásquez, 2010, p 23.

El protocolo UDP proporciona una comunicación muy sencilla entre las aplicaciones de dos dispositivos. Al igual que el protocolo IP, UDP es:

**No orientado a conexión:** No se establece una conexión previa con el otro extremo para transmitir un mensaje UDP. Los mensajes se envían sin más y éstos pueden duplicarse o llegar desordenados al destino.

**No fiable:** Los mensajes UDP se pueden perder o llegar dañados. UDP utiliza el protocolo IP para transportar sus mensajes. No añade ninguna mejora en la

calidad de la transferencia; aunque sí incorpora los puertos origen y destino en su formato de mensaje. Las aplicaciones (y no el protocolo UDP) deberán programarse teniendo en cuenta que la información puede no llegar de forma correcta.

**Tabla 8.** Segmento UDP.

|   |                        |
|---|------------------------|
| Bit (0)                                       | Bit(15)(16)            |
| Bit(31)                                       |                        |
| Puerto de Origen (16)                         | Puerto de Destino (16) |
| Longitud (16)                                 | Checksum (16)          |
| DATOS DE LA CAPA APLICACIÓN (el tamaño varía) |                        |

Muestra los campos que conforman el datagrama UDP. Tomado de Velásquez, 2010, p 24.

### **RTP (*Real Time Transport Protocol*)**

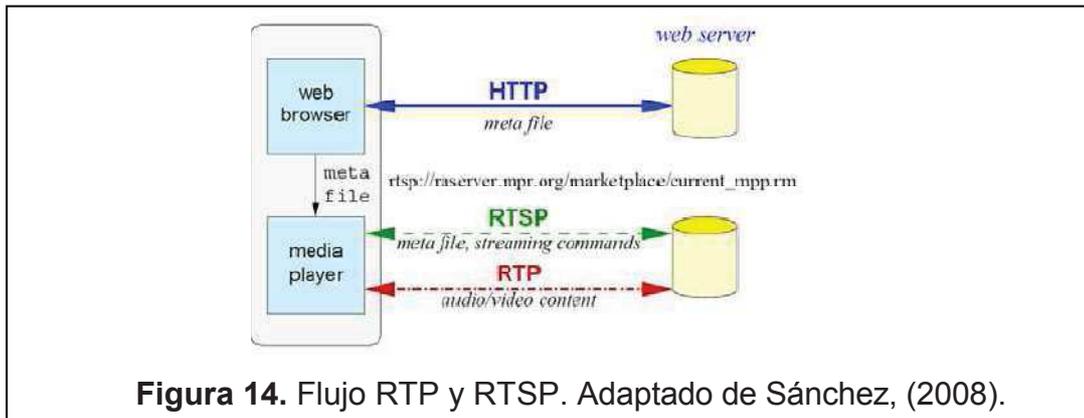
Es un protocolo de nivel de sesión utilizado para la transmisión de información en tiempo real. La función de RTP es brindar un medio más estable a la red IP en el transporte de información como video, voz y datos, teniendo en cuenta las limitaciones en tiempo real que este genera. Dentro de sus funciones encontramos: marcador temporal, numeración de secuencias, identificación del tipo de carga e identificación de fuente.

### **Características principales de RTP.**

En *video-streaming* (y la mayoría de las aplicaciones) se emplea RTP sobre UDP, que es mucho menos pesado que TCP.

RTP no ofrece garantías sobre la calidad del servicio ni sobre el retraso de la entrega de datos, estos deben ser proporcionados por la red subyacente.

Ofrece también entrega de datos *multicast*, secuenciación debido a la necesidad de entregar los paquetes en orden (UDP no provee esta característica) RTP incorpora un número de secuencia, que además sirve para la detección de paquetes perdidos.



**Figura 14.** Flujo RTP y RTSP. Adaptado de Sánchez, (2008).

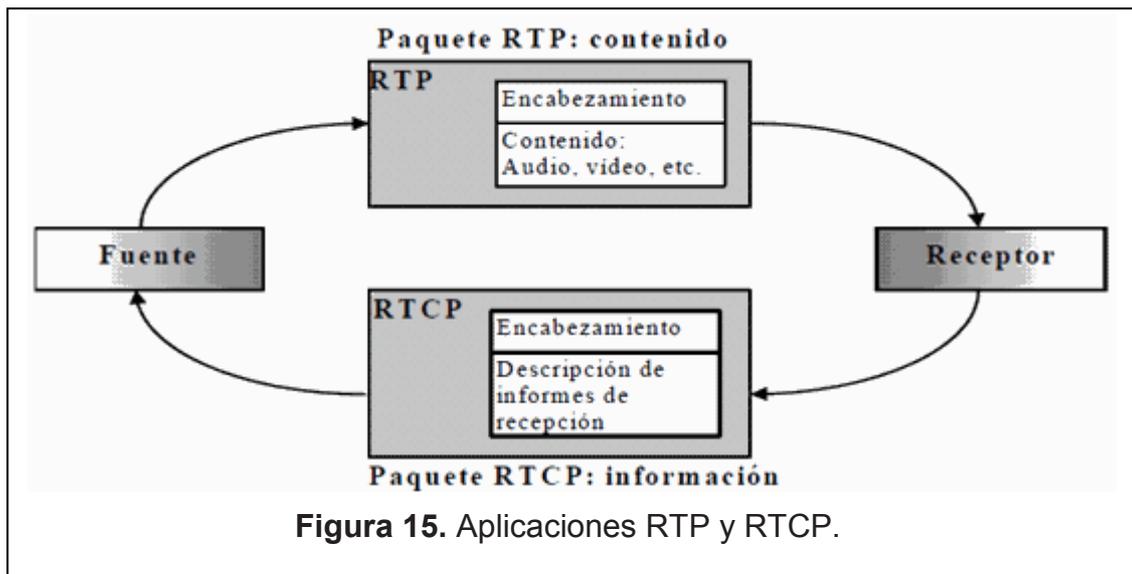
### RTCP (RTP Control Protocol)

Es un protocolo que se utiliza para transmitir paquetes de control hacia todos los miembros de una sesión, implementando los mismos mecanismos de distribución de datos que el protocolo RTP. Su función principal es proporcionar una realimentación de calidad de servicio en la información recibida. Éste recoge estadísticas de conexión, tasa y acumulado de paquetes perdidos, paquetes enviados, *jitter* y retardo desde el último paquete enviado.

### Características principales de RTCP.

- Trabaja junto con RTP en el transporte y empaquetado de datos multimedia, pero no transporta ningún dato por sí mismo.
- Se encapsula sobre UDP.
- Se emplea para monitorizar la calidad de servicio.

La aplicación define una dirección de red y un par de puertos para RTP y RTCP en cada una de las máquinas, proporcionándose así video-streaming.



### **RTSP (*Real Time Streaming Protocol*)**

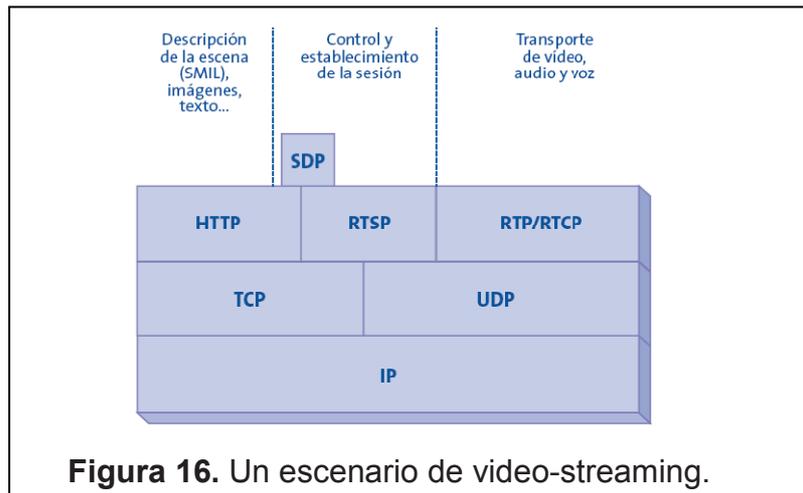
Es un protocolo de nivel de aplicación que sirve para controlar la entrega de datos que requieran envío de información en tiempo real. Los mensajes del protocolo incluyen los métodos describe, play, pause y record, entre otros, a través de estos se controla la entrega de paquetes multimedia. En la mayoría de los casos, RTSP utiliza TCP para datos de control de reproductor y UDP para audio y video. También RTSP permite la elección de los canales de envío, y los mecanismos de envío, basados en RTP y RTCP, funcionan tanto en unicast como en multicast.

#### **Características principales de RTSP**

- Protocolo de nivel de aplicación.
- Independiente de la capa de transporte (TCP o UDP).
- No es el encargado de transportar los contenidos.
- Un servidor RTSP necesita mantener el estado de la conexión.
- Compatible tanto con unicast como con multicast.
- Capacidad multi-servidor: Cada flujo multimedia dentro de una presentación puede residir en servidores diferentes.

## SDP (*Session Description Protocol*)

Este describe los parámetros de inicialización de los flujos multimedia. Entre sus funciones esta describir las sesiones de comunicación multimedia, cubriendo aspectos como anuncio de sesión, invitación a sesión y negociación de parámetros.



**Figura 16.** Un escenario de video-streaming.

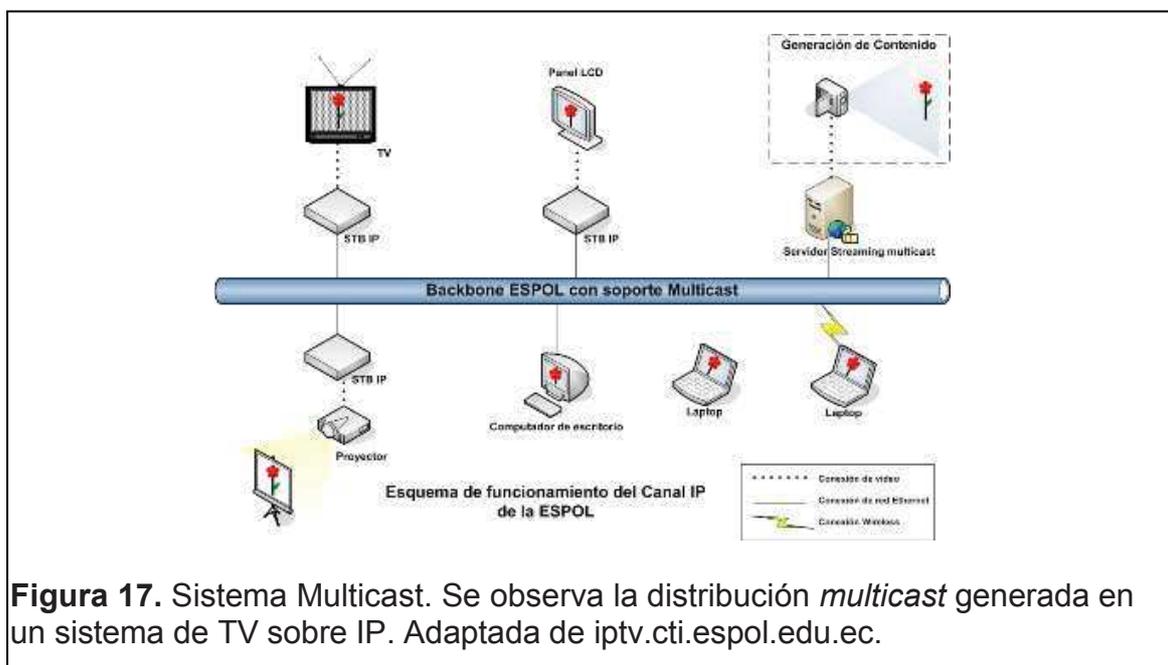
### 2.3.2 PROTOCOLOS MULTICAST

La distribución *multicast* está basada en la capacidad de los *routers* de hacer multiplicación de flujo de datos a través de diversos dominios y sistemas autónomos, teniendo la ventaja de generar una reducción en la cantidad de datos que circulan a través de Internet, así como una disminución en la carga de las fuentes de datos y servidores.

Como ejemplo más significativo se tiene la distribución de canales de televisión en implementaciones IPTV, dentro de las ofertas de servicios *triple play*. Como cada canal supone un flujo de video similar para todos los abonados que lo estén viendo en un momento dado, la entrega mediante *multicast* libera mucha carga tanto en el núcleo de la red y la sección de distribución como en el borde y la zona de acceso.

Su distribución genera una especie de árbol cuyas ramas se van bifurcando a medida que el flujo atraviesa la red, estas bifurcaciones llegan hasta cada

usuario final. De este modo, la capacidad consumida en la red, sobre todo en el núcleo, es mucho menor que la capacidad agregada existente cuando el número de usuarios que ven el canal es significativo.



**Figura 17.** Sistema Multicast. Se observa la distribución *multicast* generada en un sistema de TV sobre IP. Adaptada de [iptv.cti.espol.edu.ec](http://iptv.cti.espol.edu.ec).

IP Multicast es el envío de información a destinos múltiples de la forma más eficiente posible. En el caso de streaming de video es enviar un stream único a múltiples clientes. De esta forma se ahorra ancho de banda y recursos en el servidor de video. Multicast requiere que los ruteadores y switches en la red lo soporten. Dentro de los protocolos *multicast* encontramos los siguientes:

### **PIM (Protocol Independent Multicast)**

Es un protocolo que opera de forma *Soft-State* (estado volátil), el cual establece el estado de enrutamiento *multicast* basándose en la información contenida en las tablas de enrutamiento *unicast*. Es un protocolo de enrutamiento *unicast* independiente y se puede operar en dos modos:

- PIM-SM (*PIMS Sparse Mode*): Es el protocolo de enrutamiento *multicast* mas usado, ya que es independiente del protocolo *unicast*, en el cual se basa su funcionamiento. Este limita la distribución de datos de manera que una cantidad mínima de *routers* de la red los reciban.

- PIM-DM (*PIM Dense Mode*): En el modo denso los paquetes se envían a través de todas las interfaces emisoras hasta que se produce truncamiento.

### **IGMP (Internet Grouping Management Protocol)**

Es un protocolo que opera en la capa tres del modelo OSI. Se implementa cuando el envío de datos a una dirección IP puede alcanzar múltiples servidores y a todos los dispositivos de una subred. El protocolo IGMP es usado entre los *host* y enrutadores locales. Cuando un miembro potencial desea unirse a un grupo *multicast* envía una petición de unión al *router* designado de su subred, el cual se encarga de extraer la información relevante y generar un mensaje de unión específico del protocolo de encaminamiento *multicast*.

En una red típica, los hosts no están conectados directamente a los enrutadores ya que se conectan a un switch de Capa 2, el cual es luego conectado al enrutador. Por lo tanto, los *switches* de Capa 2 inundan a todos los puertos de tramas *multicast* (excepto al puerto por el cual entro la trama), lo que significa que todo el tráfico *multicast* que recibe por un *switch* sería enviado a todos los puertos del equipo, inclusive si solamente un dispositivo en un puerto requiere la cadena de datos.

### **BGMP (Border Gateway Multicast Protocol)**

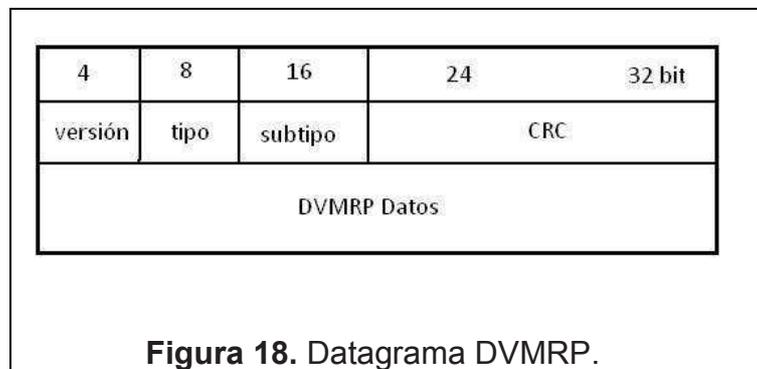
A pesar de que en principio resultó válido para la realización de *multicast* interdominio, es desestimado debido a que por su complejidad fue rechazado por los operadores de red y proveedores de servicios de Internet para su implementación a gran escala. Actualmente no existen despliegues de red con este protocolo.

BGMP es un protocolo que opera en la capa de aplicación, y utiliza TCP (*Transport Control Protocol*) como protocolo de capa de transporte. Esta

situación elimina la necesidad de implementar mensajes de fragmentación, retransmisión, acuses de recibo y secuenciación. BGMP no requiere refrescar periódicamente las entradas individuales. Existen mensajes de expiración que son enviados periódicamente para asegurar la subsistencia de una conexión.

### **DVMRP (*Distance Vector Multicast Routing Protocol*)**

Este protocolo fue el primero diseñado para realizar enrutamiento *multicast*. Actualmente sólo se usa en la periferia de redes de operador que contienen sistemas heredados como cortafuegos que no soportan otros protocolos más eficientes.



Estructura de un DATAGRAMA DVMRP:

- Versión.- Por defecto es la 1.
- Tipo .- DVMRP tipo es el 3.
- Subtipo .- El subtipo puede ser:
- CRC .- es un elemento para certificar el contenido del paquete.

### **MOSPF (*Multicast Open Shortest Path First*)**

Es un protocolo de enrutamiento *multicast* basado en el camino de enrutamiento más corto. Es una extensión de OSPF, el cual funciona adecuadamente en redes pequeñas y medianas, pero no en escala de plataformas interdominio.

### **GMRP (*Global Multicast Routing Protocol*)**

Este protocolo GMRP realiza un enrutamiento *multicast* basado en una división jerárquica de la red. Estos son los encargados del envío y recepción de paquetes *multicast* de modo de que no circulen duplicados entre niveles al tener solo un punto de entrada.

### **DCM (*Domain Constrained Multicast*)**

Se utiliza DCM para el enrutamiento *multicast* entre dominios de red, basado en las tablas de enrutamiento *unicast* y en un formato especial de direcciones que resulta de la modificación de las direcciones *multicast* IPv6. Los routers frontera de dominio ejecutan entidades del protocolo DCM para reenviar los paquetes *multicast* a un dominio destino en concreto, realizándose el envío entre dominios de modo *unicast*.

### **NBM (*Next Branch Multicast*)**

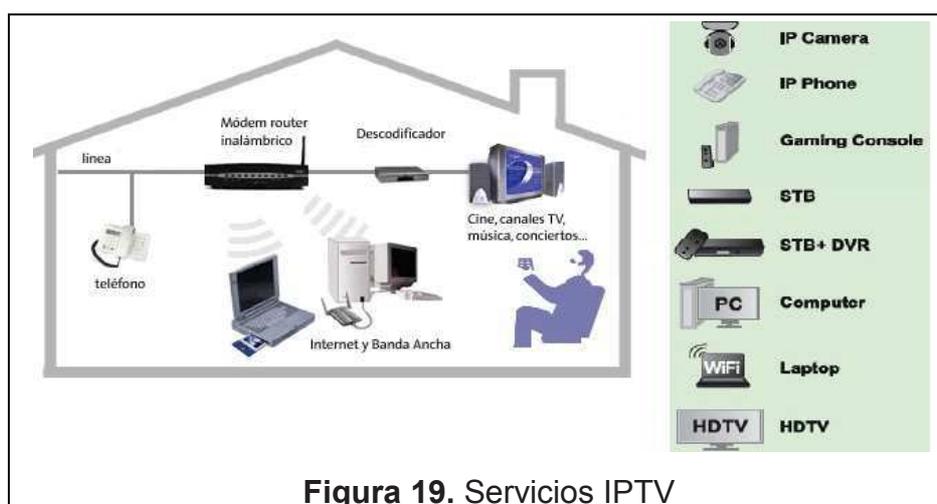
Es un protocolo basado en nodos de ramificación, siendo estos puntos determinados routers de la red que ejecutan entidades del protocolo NBM. Pueden formar parte del "árbol" *multicast*, routers *unicast*. El envío de paquetes se basa en la tabla de enrutamiento del protocolo *unicast* que opera en los puntos de ramificación

### **QoS MIC (*Quality of Service Sensitive Multicast Internet Protocol*)**

Es un protocolo *multicast* para Internet, es un recurso eficiente, robusto, flexible y escalable. Además, una innovación es que usamos la información de enrutamiento dinámico sin depender de un estado del protocolo de intercambio de enlaces. Y es capaz de adaptarse dinámicamente a las condiciones del protocolo red.

## 2.4. SERVICIOS Y APLICACIONES IPTV

En los sistemas de TV sobre IP existe una serie de servicios y aplicaciones, las cuales hacen que se despliegue una interactividad más directa entre los contenidos programáticos y el usuario final. Estos servicios son controlados por el operador de red, permitiendo que el proveedor pueda intervenir en el acceso a los contenidos. La figura 19 muestra las aplicaciones IPTV.



**Figura 19.** Servicios IPTV

### 2.4.1. Triple play

Si un proveedor de servicios ofrece telefonía por un par de hilos, televisión por cable, acceso a Internet, mediante un modem ADSL, y promete cobrar un único pago mensual por estos tres servicios, esto no es un servicio triple play, simplemente está ofreciendo una única factura por los tres servicios en lugar de tres. Ahora, si el mismo proveedor ofrece estos tres servicios, pero implementando una sola infraestructura de red y conexión de banda ancha, se habla de triple play. Su finalidad no es solo ofrecer servicios de telefonía, televisión e Internet, con una única facturación, sino de aprovechar los recursos de red para combinarlos inteligentemente para proveer muchas aplicaciones; por ejemplo, mientras se mira televisión uno también podría contestar una llamada entrante o aceptar una invitación a chatear en el mismo terminal

donde se mira la televisión e incluso, también se podrían realizar consultas en Internet usando el mismo terminal.



El desarrollo actual de las empresas proveedoras de servicios (empresas de telecomunicaciones, televisión por cable, televisión satelital, eléctricas, etcétera) conlleva a una solución única para varios problemas: servicio telefónico, televisión interactiva y acceso a Internet, todo en un mismo servicio. La diferencia distintiva de esta nueva categorización de tecnología consiste en que todos los servicios se sirven por un único soporte físico, ya sea cable coaxial, fibra óptica, red eléctrica, microondas o cable par trenzado, como se ve en el ejemplo de la figura 20.

#### 2.4.2. Televisión móvil

Una ampliación de un servicio de televisión de IPTV sería la de permitir que el suscriptor digital pueda descargar y decodificar el contenido de audio y video, en un formato portátil adecuado para reproductores portátiles.

Mobile IPTV, es posible disfrutar de los servicios IPTV en cualquier lugar, incluso cuando uno está en movimiento, ésta es una ventaja notable y uno de sus atractivos principales. Es una tecnología que permite a los usuarios transmitir y recibir tráfico multimedia que incluye señales de televisión, video, audio, texto y gráficos a través de servicios basados en IP.

### **2.4.3. PAY PER VIEW (PPV)**

También conocido como televisión a la carta o pago por evento. Es una aplicación en la cual el usuario puede solicitar a su proveedor de servicio, a través de un costo específico, el acceso a los contenidos de eventos en vivo: conciertos musicales, programas deportivos, el contenido programático de un canal completo. A diferencia de los sistemas de video (video on-demand), la señal se transmite de forma simultánea para todos los compradores. El canal empleado puede ser tanto digital como analógico y el usuario no recibe señal o la recibe distorsionada en tanto que no efectúa la compra.

### **2.4.4. VIDEO ON DEMAND (VOD)**

Es un servicio unicast que permite al usuario el acceso a contenidos multimedia de forma personalizada ofreciéndole, de este modo, la posibilidad de solicitar y visualizar una película o programa concreto en el momento exacto que el telespectador lo desee. La reproducción es enviada desde los servidores al usuario final en forma individual, teniendo la opción de pausar, rebobinar, o reproducir a su voluntad. VOD tiene la capacidad para tratar un flujo de vídeo para un único usuario, junto con la capacidad del usuario para comunicarse simultáneamente con el servidor VOD mientras visualiza el contenido.

### **2.4.5. PERSONAL VIDEO RECORDER (PVR)**

Es un dispositivo interactivo de grabación de televisión y video en formato digital. Físicamente está compuesto por un disco duro, con gran capacidad de almacenamiento, y un software para el control y configuración de los contenidos, como aplicaciones de búsqueda avanzada. Entre las funciones de los PVR encontramos la grabación retroactiva, grabación auxiliar, archivo en carpetas, lista de preferencias y otras aplicaciones que hacen de este servicio una herramienta más interactiva para los usuarios de TV.

#### **2.4.6. SWITCHED DIGITAL BROADCAST (SDB)**

Es la difusión de los contenidos de la forma convencional, donde los usuarios pueden acceder a todos los programas de TV. En los sistemas IPTV funciona en multicast, garantizando una optimización en la multidifusión de los contenidos. La idea del servicio SDB es difundir sólo la programación que el usuario quiere ver.

#### **CARACTERÍSTICAS**

- SDB es un recurso complementario para liberar ancho de banda.
- Sólo puede aplicarse sobre señales digitales.
- SDB soporta cualquier códec de video, desde MPEG-2 hasta H.264.
- SDB maneja un tipo de transmisión *narrowcast* que utiliza modulación *edge QAM (Quadrature amplitude modulation)*.
- Requiere un *Upstream* (velocidad de subida) robusto para interactuar con los STB.

#### **2.4.7. ELECTRONIC PROGRAM GUIDE (EPG)**

Es una aplicación de la TV digital, representa la evolución a la era digital del tradicional servicio de programación que nos ofrece el teletexto, donde se puede encontrar de manera rápida y organizada todos los canales y un menú de opciones para facilitar la búsqueda por parte del suscriptor del servicio. Así, el usuario puede elegir lo que desea, sin necesidad de acudir al habitual *channel-hopping*, recurso que resulta molesto debido a la gran cantidad de canales que maneja la TV digital.

#### **2.4.8. TIME SHIFTING**

Es el almacenamiento en un lapso corto de tiempo de la programación transmitida recientemente; con esta aplicación el usuario puede acceder en su totalidad a un contenido que ya ha iniciado.

Estas características son aportadas por algunos aparatos de visualización de canales digitales terrestres y reproductores MP3 como el iPod Nano, para el momento en el que se escucha la radio, pausarla, y continuar escuchándola desde donde se había pausado.

#### **2.4.9. T-LEARNING**

Es un servicio que tienen los sistemas IPTV en el cual se desarrolla una serie de cursos que fomentan el aprendizaje en diferentes grupos de usuarios. El objetivo es definir aplicaciones (*front-end*) para acceso al sistema educativo desde la Televisión. Con la aparición de la TV Digital Interactiva, la TV es un medio muy interesante para hacer llegar la educación a las personas que no pueden asistir a clases presenciales.

En las aplicaciones de T-learning se tratará de buscar la mejor forma de integrar los sistemas educativos a entornos de TV Interactiva.

## CAPITULO 3

### 3.1 MODELO DEL SISTEMA IPTV.

El modelo del sistema IPTV puede verse desde varias perspectivas, que van desde las instalaciones de los operadores de servicios, los usuarios en casa que desean ver contenido de audio, vídeo (*streaming*) y conexión a Internet de banda ancha, los operadores de redes de banda ancha en general, no examinan las aplicaciones específicas que viajan a través de la red sino la combinación de las mismas provenientes de todos sus clientes.

#### 3.1.1 SERVICIOS MULTICAST, SERVICIOS UNICAST Y CONMUTACIÓN DE VIDEO DIGITAL.

Antes de sumergirse en una completa arquitectura del sistema IPTV, es importante revisar los servicios multicast y unicast, su relevancia, y cómo se relacionan con una arquitectura de conmutación de vídeo digital.

El sistema IPTV ofrece servicios de televisión multicast y unicast a través de una arquitectura de conmutación digital de video. Con conmutación de vídeo digital (SVD) se refiere a la arquitectura de red en la que los conmutadores (switches) y ruteadores (routers) selecciona la data de video de la fuente (del lado del proveedor de servicio) y la envía hacia el consumidor final.

En una red SDV (*Switched Digital Video*) el contenido de video se coloca en la red solamente cuando alguien lo está viendo. Los servicios unicast pueden atender a un solo usuario, mientras que los servicios broadcast pueden atender a miles de usuarios al mismo tiempo. Podemos estar haciendo un proceso de selección y a la vez estar viendo una programación broadcast en una red SDV.

La red IPTV es realmente una constante conmutación de datos (incluyendo Video, voz, y servicios de datos) desde una fuente al destino correcto. Esto contrasta con el sistema original de transmisión broadcast por cable, donde cada canal es enviado a todo el mundo, sin importar que alguien lo esté viendo o no. El sistema SDV es bastante elegante y utiliza eficientemente el ancho de banda de la red, ya que para su transmisión únicamente rutea paquetes IP. Sin embargo, aumenta enormemente la complejidad de la red.

### **Multicasting.**

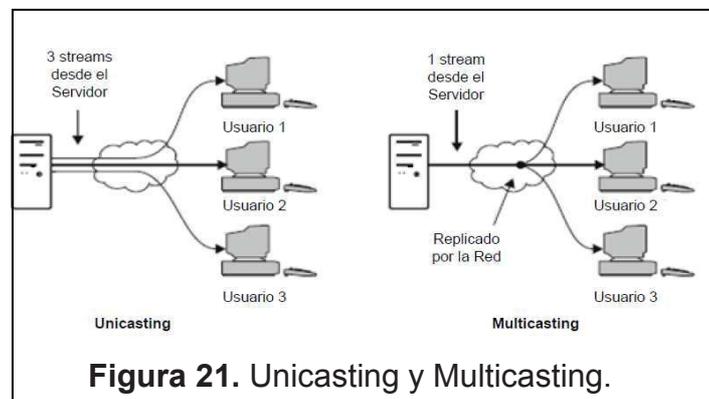
Es un concepto clave para las redes IP. Sin embargo, existen dos significados diferentes para esta palabra que puede ser aplicada en el campo de IPTV:

- En la difusión de televisión digital, multicasting se refiere a la entrega de múltiples programas de video en forma simultánea mediante un solo canal de transmisión DTV.
- En redes IP, multicasting significa la entrega de un flujo único a múltiples espectadores simultáneamente.

En IP multicasting, un único flujo de video es enviado en forma simultánea a múltiples usuarios. Mediante el uso de protocolos especiales, en el interior de la red se realizan copias del flujo de video para cada destinatario. Todos los usuarios reciben la misma señal al mismo tiempo. La mayoría de los equipos para red IP soportan IP multicasting, pero esta capacidad ha sido deshabilitada por temor de que se produzca una carga excesiva en las redes. Por ejemplo, IP multicasting no está actualmente disponible en Internet, restringiendo el uso de multicasting para streaming de video IP a las redes privadas. Sin embargo, con los sistemas de IPTV, multicasting es una tecnología clave y ampliamente desplegada.

## Multicasting en IPTV

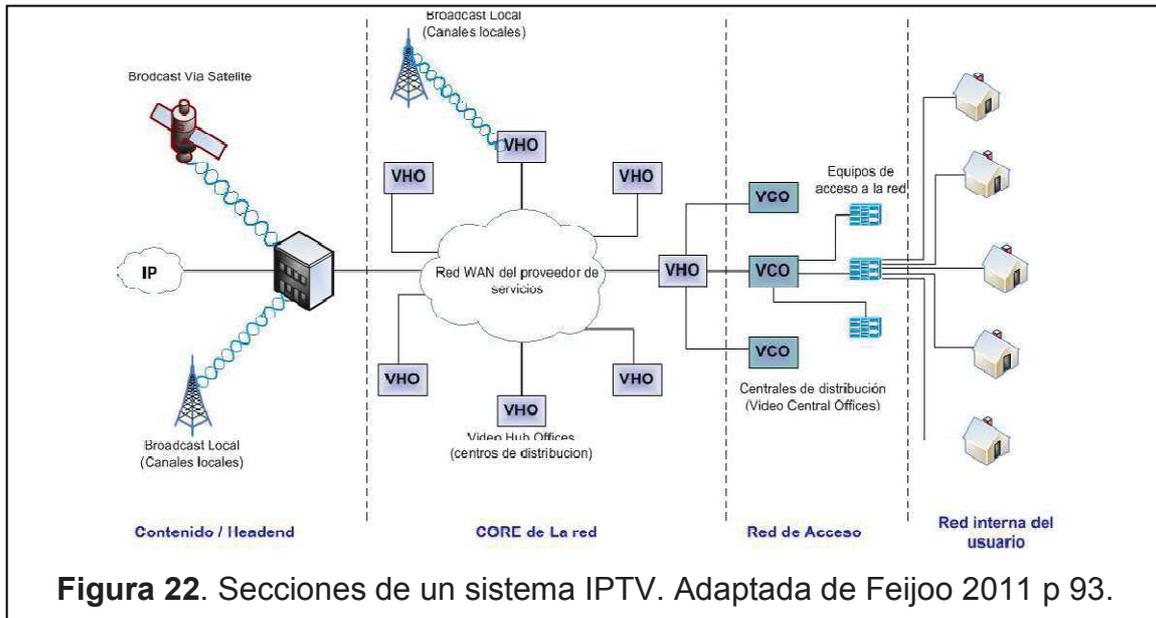
Multicasting es una tecnología clave para IPTV porque permite una sola señal fuente para enviar a múltiples destinos. En una red de IPTV hay varios puntos dentro de la red de distribución desde el SHE (SUPER HEAD END) hasta el espectador, donde multicasting puede ser utilizado para lograr un gran efecto. Desde la salida de SHE, multicasting puede ser utilizado para conseguir un único flujo y distribuirlo a los múltiples VSOs (*Video Serving Office*). Esto ahorra el gasto de construir un servidor que proporcione altos anchos de banda dentro del SHE. Además reduce el tamaño de la conexión de red requerida a la salida del SHE. La figura 21 muestra los servicios Unicast y Multicast.



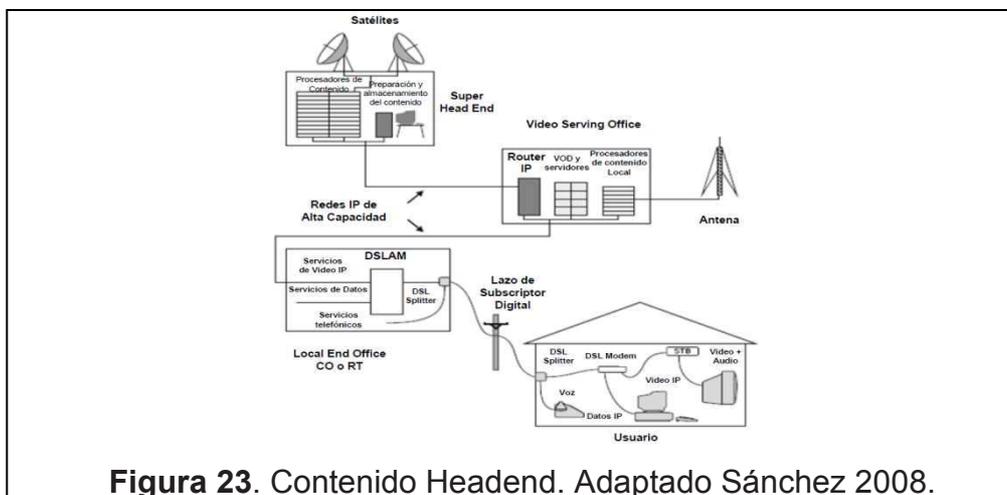
Esta tecnología permite que el STB (*Set-top Box*) del usuario sea conectado a un programa de televisión simplemente uniéndose a multicast. Sin embargo, cuando esto ocurre todo depende también de las capacidades que presenta el DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*).

### 3.2 ARQUITECTURA DEL SISTEMA IPTV

Para entender cómo un operador de red puede llevar a cabo una transmisión de IPTV, vamos a explorar una típica arquitectura del sistema IPTV. Una cadena de televisión abierta de IPTV se puede dividir en cuatro secciones como muestra la figura 22.



**Contenido SHE (Super Head end).**- Es la fuente del gran contenido de video dentro del sistema. El punto central dentro de la red es el headend o súper headend. Este contiene la programación de broadcast y captura o ingresa el contenido del video en demanda al sistema.



**El Core de la red.**- Es el backbone o columna vertebral del sistema IPTV, lleva tráfico de alta velocidad entre las regiones de servicio. Asimismo, el contenido local y la inserción de publicidad local para cada región podría insertarse en el core de la red. Es también la parte que transporta todo el contenido del sistema (tráfico de alta velocidad de video, música, y datos).

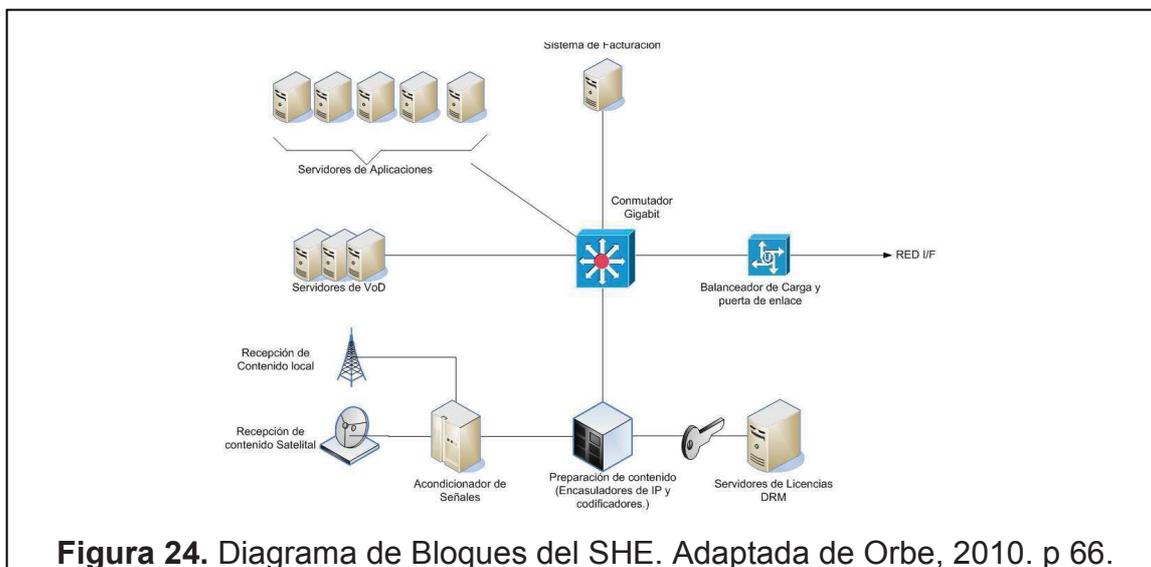
**Red de Acceso.-** Es la última milla para la red del operador. Esta provee la conectividad a la red para los consumidores de los servicios de IPTV, de este punto hacia a sus hogares.

**Red interna del usuario.-** Es donde el servicio de IPTV ingresa a un domicilio, y donde está la distribución de todos los dispositivos IP dentro del hogar (de voz, video y datos).

### 3.2.1 SUPER HEAD END (SHE)

Es la fuente primaria de programación para el sistema de IPTV. Además es el responsable del almacenamiento del contenido que originan los proveedores de programación, también convierte este contenido a una forma apropiada para su entrega a través de la red de IPTV, y lo transmite a los VSOs (*Video Serving Office*).

Los componentes de un headend para IPTV son muy similares a los utilizados para los headends de televisión digital por cable. Sin embargo, los equipos son típicamente basados en el estándar para plataformas de servidores de PC, utilizados para la mayoría de aplicaciones web en lugar de los equipos específicos utilizados para la tecnología de TV por cable.



Las funciones que desempeña un SHE son las siguientes:

**Recepción de contenido.**- Está compuesto por los equipo que reciben la señal de video ya sea analógica o digital, estas señales pueden provenir de los proveedores locales de radiodifusión, de los proveedores de televisión vía satélite, o puede provenir de un proveedor de agregación de servicios como los ofrecidos por los centros de distribución de televisión digital. En muchos casos, estas señales de video pueden ser recibidas mediante un grupo de satélites o desde una red de transporte de video terrestre. Con frecuencia, las señales entrantes pasarán a un formato digital encriptado, por lo tanto, los receptores deberán tener los comandos necesarios y las claves para la descriptación de la programación.

**Acondicionamiento de la señal.**- Esta parte consta del equipo de procesamiento de señales destinadas a mejorar las señales de vídeo procedentes de los equipos de recepción de contenido. Esto podría incluir receptores decodificadores integrados (IRD), equipos para la reducción de ruido, y equipos para conversión de video analógico a digital.

**Preparación de contenido.**- El contenido pasa por codificadores para preparar el *stream* de video en un formato que sea adecuado para que sea transportado y recibido por una red IP. Este constará de equipos que digitalicen señales que provengan de fuentes analógicas y transcodificadores de contenido digital para poder colocarlo en formato adecuado para que pueda verse en el equipo de IPTV, En la entrada del transcodificador se puede tener cualquier tipo de video, ya sea video no comprimido, MPEG-2, Windows Media Video 9, Real network 10, o MPEG-4 AVC. Normalmente la tasa de bits para definición estándar es de 2.5 Mbps y para HDTV es de 8 Mbps.

**Administrador de derechos digitales (DRM).**- Como parte del proceso de codificación, se tiene el sistema de administración de derechos digitales (DRM),

este sistema encripta el contenido y lo inserta en un contenedor de gestión de derechos digitales para impedir el uso no autorizado del contenido. Los canales de fuentes digitales se pueden transcódicar, para obtener una optimización de la tasa de bits a transmitir. El contenido de la fuente local de radiodifusión se codifica en el formato digital deseado. Todo el contenido digital obtenido es encapsulado en paquetes IP.

**Servidor de licencias DRM.-** Administra, autoriza, e informa de las transacciones realizadas y gestiona el cifrado del contenido de datos. El servidor verifica las licencias de solicitudes de contenido, y verifica los datos del usuario, y autentica a los usuarios finales negando o autorizando el acceso. También proporciona información de auditoría para facilitar los pagos por los servicios.

**Servidores de VOD.-** Los servidores de VoD o servidores de Medios de comunicación son servidores generalmente alojados en el VSO (*Video Serving Office*). Estos sistemas son los responsables de crear los streams individuales (unicast) que serán enviados a cada suscriptor cuando vean contenido VOD. Cada usuario tiene la posibilidad de pausar, adelantar y rebobinar el flujo de video. que pueden servir un gran flujo de datos y poder de esta manera atender a un buena cantidad de clientes simultáneamente. La limitación de estos servidores radica en el ancho de banda que pueden sostener, por lo tanto, debe de aumentar la cantidad de servidores dependiendo de la cantidad de suscriptores que solicitan el servicio.

**Video Serving Office (VSO).-** un VSO proporciona el procesamiento de video y la entrega de servicios para una determinada región. Cada VSO puede recibir contenido desde una SHE y además es responsable de distribuir todo el contenido en tiempo real, a cada oficina central/terminal remota (CO/RT) en la región. Un VSO también servirá como la ubicación del VOD y otros servidores que entregan contenido especializado para los usuarios. Servicio al cliente, facturación, y otras operaciones relacionadas pueden ser alojados en el VSO.

**Servidores de aplicaciones.**- Los servidores de aplicaciones pueden variar mucho entre los diferentes sistemas IPTV dependiendo de sus características, funcionalidades, el middleware o software de conectividad, escalabilidad y sistema operativo. Los servidores de aplicaciones pueden contener la guía de programación electrónica, el sistema de acceso, servidor para la navegación, el portal IPTV y diagnóstico remoto de fallas.

**Sistema de Facturación.**- La base de datos de los clientes contiene toda la información específica con respecto al nivel de servicio que el usuario está autorizado a utilizar y la información que se utilizará para la facturación. Este sistema lleva la tarificación por cliente y puede emitir la factura cada cierto período para hacer el cobro del servicio.

**Balanceador de carga.**- Proporciona un balanceo de carga y control de flujo para luego ser enviados a la interface de la red.

**Oficina Central/Terminal Remoto (CO/RT).**- muchas redes de IPTV emplean la infraestructura física existente de las compañías telefónicas. Las oficinas centrales contienen el equipo para la conmutación de llamadas telefónicas. Los terminales remotos, los cuales están a menudo localizados bajo tierra, contienen sistemas que conectan las líneas de suscriptor y los enlaces digitales o de fibra óptica al CO más cercano.

### 3.2.2 EL CORE DE LA RED

El core de la red consiste en un backbone de fibra óptica (WAN) que interconecta varias centrales de distribución, y que recibe los datos del headend (fuentes de contenido), transportándolos hacia la red de acceso. El objetivo principal del Core es proporcionar suficiente ancho de banda para el transporte de datos y video y, de esta forma, mantener el tráfico de red entre varias áreas de servicio y el headend. Este también proporciona la capacidad

de insertar contenidos locales (incluyendo los sistemas de alarmas de emergencia) en cada área de servicio; a su vez, debe tener la capacidad de transportar más tráfico si el sistema crece en clientes y contenido, esto se logra aumentando el ancho de banda entre las conexiones del core.

Las redes core incorporan las funciones de transporte y de inteligencia desde el servidor hasta un punto intermedio, antes de ser distribuidas al usuario final. En IPTV están principalmente basadas en los mecanismos MPLS (*Multiprotocol Label Switching*), GMPLS (*Generalized Multi-Protocol Label Switching*) y multicast.

### **3.2.3 RED MPLS**

Los equipos de las redes IP/MPLS se clasifican usualmente en relación a la función principal que realizan. Es así que encontramos a los nodos centrales de la red, propiedad del proveedor de servicios, que solamente se conectan físicamente a otros nodos del proveedor. Estos nodos reciben el nombre de nodos P (*Provider*). Por otro lado, existen los nodos que actúan como frontera entre los nodos P y los equipos de los clientes. Esos nodos reciben el nombre de PE (*Provider Edge*). Es posible encontrar en algunas bibliotecas la subdivisión de estos últimos en NPE (*Network PE*) y UPE (*User PE*), dependiendo del punto de aplicación que tengan asociado (de cara a la red o al cliente). Para realizar el análisis de la arquitectura de la red de core multiservicio IP/MPLS debemos clasificar los puntos de presencia en dos grupos:

POP primario: donde hay presencia de nodos de core P.

POP secundario: donde no existe presencia de nodos P, solamente nodos PE.

Existen diferentes criterios para determinar cuándo colocamos un nodo P en un POP teniendo en cuenta el número de PE locales, disponibilidad de fibras

ópticas, espacio en centrales, etc. Estos criterios se determinarán y podrán ser diferentes para cada topología de red propuesta.

MPLS (*Multiprotocol Label Switching*) es un trabajo realizado y especificado por la IETF (*Internet Engineering Task Force*) que da los parámetros para la eficiente designación, ruteo, envío y conmutación de tráfico que fluye por la red. Es una tecnología híbrida que intenta combinar las características para hacer llegar un paquete de un origen a un destino, tanto de capa 2 como de capa 3, a través de una red de interconexión. Encaminada a superar los retos actuales que plantea el envío de paquetes IP.

Debido a los requerimientos de QoS (calidad de servicio), como son la alta confiabilidad, baja caída en la tasa de transferencia de paquetes, poco retardo y jitter, entre otros. Es necesario implementar una red MPLS que satisfaga las consideraciones antes mencionadas y pueda soportar los servicios que ofrece IPTV.

El principal problema de QoS se presenta en el backbone de la red en la distribución desigual del tráfico. MPLS-TE (*Traffic Engineering*) es capaz de distribuir el tráfico uniformemente y optimizar el uso de la red. También garantiza que todos los recursos disponibles de la red sean óptimamente empleados durante los momentos de ocurrencia de un fallo o de re-enrutamiento de tráfico, el cual es necesario cuando se produce congestión dentro de la red.

MPLS proporciona mejor ingeniería de tráfico IP y su comportamiento es parecido al de un protocolo orientado a conexión (transmisión segura), de esta manera un camino entre una fuente y un destino es pre-determinado y etiquetado. Las etiquetas son empleadas para establecer las rutas de extremo a extremo, las cuales son denominadas LSPs (*label switched paths*).

### 3.2.3.1 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL MPLS

La operación del MPLS se basa en las componentes funcionales de envío y control, que actúan ligadas íntimamente entre sí.

### 3.2.3.2 FUNCIONAMIENTO DEL ENVÍO DE PAQUETES EN MPLS

La base del MPLS está en la asignación e intercambio de etiquetas ya expuesto, que permiten el establecimiento de los caminos LSP (*Label-Switching Router*) por la red. Los LSPs son simplex por naturaleza se establecen para un sentido del tráfico en cada punto de entrada a la red, para el tráfico dúplex requiere dos LSPs, uno en cada sentido. Cada LSP se crea a base de concatenar uno o más saltos (hops) en los que se intercambian las etiquetas, a través del dominio MPLS. Un LSR no es sino un router especializado en el envío de paquetes etiquetados por MPLS.

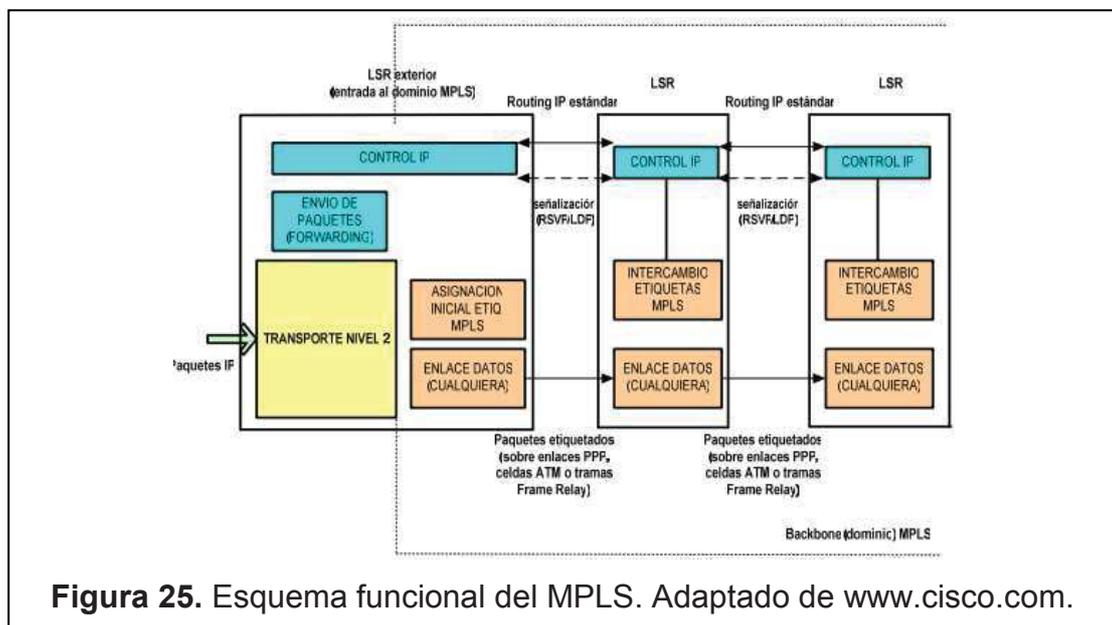
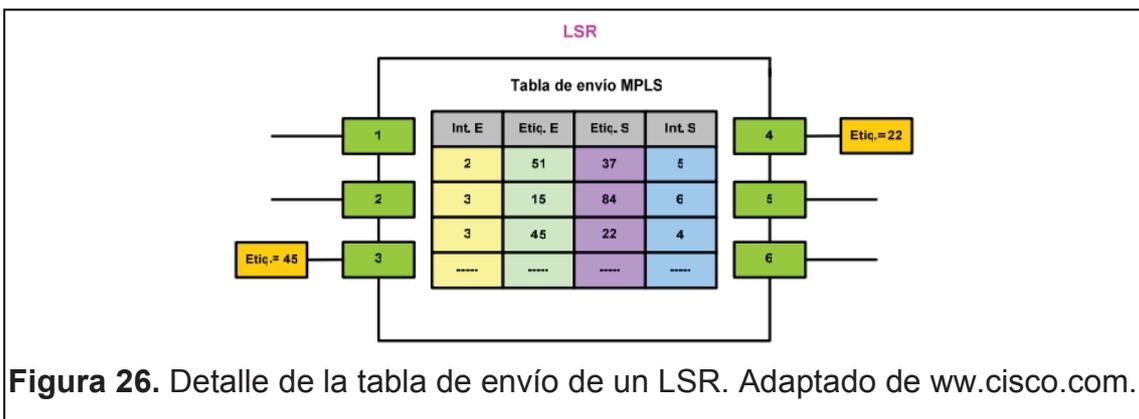


Figura 25. Esquema funcional del MPLS. Adaptado de [www.cisco.com](http://www.cisco.com).

### LSR (*Label switch router*)

Un LSR es como un router que funciona a base de intercambiar etiquetas según una tabla de envío. Esta tabla se construye a partir de la información de

encaminamiento que proporciona la componente de control. Cada entrada de la tabla contiene un par de etiquetas entrada/salida correspondientes a cada interfaz de entrada, que se utilizan para acompañar a cada paquete que llega por esa interfaz. En la Figura 3.9 se ilustra un ejemplo del funcionamiento de un LRS del núcleo MPLS. A un paquete que llega al LSR por la interfaz 3 de entrada con la etiqueta 45, el LSR le asigna la etiqueta 22 y lo envía por el interfaz 4 de salida al siguiente LSR, de acuerdo con la información de la figura 26.



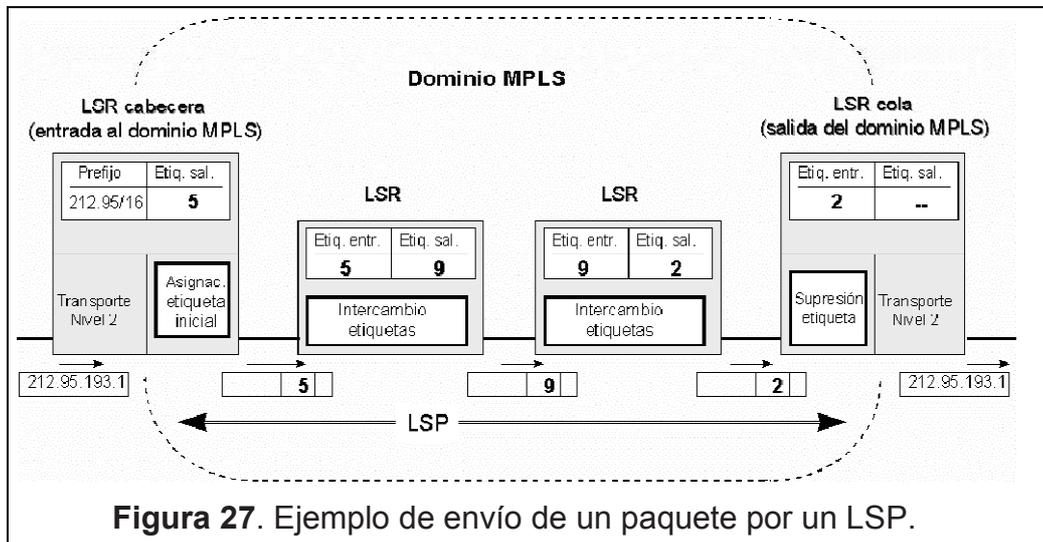
**Figura 26.** Detalle de la tabla de envío de un LSR. Adaptado de [ww.cisco.com](http://ww.cisco.com).

El algoritmo de intercambio de etiquetas requiere la clasificación de los paquetes a la entrada del dominio MPLS para poder hacer la asignación por el LSR de cabecera.

Dentro del dominio MPLS los LSR ignoran la cabecera IP, solamente analizan la etiqueta de entrada, consultan la tabla de conmutación de etiquetas y la reemplazan por otra nueva, de acuerdo con el algoritmo de intercambio de etiquetas. Al llegar el paquete al LSR de cola (salida), ve que el siguiente salto lo saca de la red MPLS, al consultar ahora la tabla de conmutación de etiquetas quita ésta y envía el paquete por routing convencional. Como se notar, la identidad del paquete original IP queda enmascarada durante el transporte por la red MPLS.

MPLS debía funcionar sobre cualquier tipo de transporte: PPP (*Point-to-point Protocol*), LAN (*local area network*), ATM (*Asynchronous Transfer Mode*), Frame-Relay, etc. Por ello, si el protocolo de transporte de datos contiene ya un

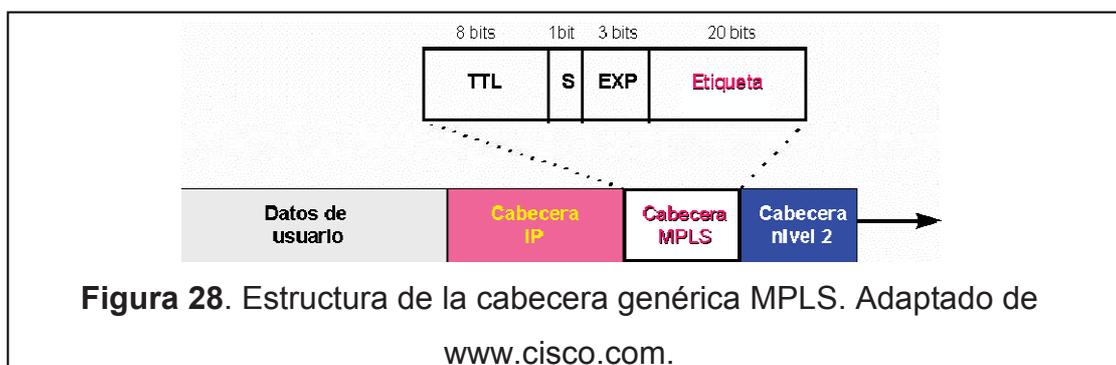
campo para etiquetas, como ocurre con los campos VPI/VCI de ATM y DLCI de Frame-Relay, se utilizan esos campos nativo para las etiquetas.



En la figura 3.8 se representa el esquema de los campos de la cabecera genérica MPLS y su relación con las cabeceras de los otros niveles. Según se muestra en la figura, los 32 bits de la cabecera MPLS se reparten en:

- 20 bits para la etiqueta MPLS.
- 3 bits para identificar la clase de servicio en el campo EXP.
- 1 bit de stack para poder apilar etiquetas de forma jerárquica.
- 8 bits para indicar el TTL (*time-to-live*) que sustenta la funcionalidad estándar TTL de las redes IP.

De este modo, las cabeceras MPLS permiten cualquier tecnología o combinación de tecnologías de transporte, con la flexibilidad que esto supone para un proveedor IP a la hora de extender su red.



### 3.2.3.3 CONTROL DE LA INFORMACIÓN EN MPLS

Se ha visto el mecanismo básico de envío de paquetes a través de los LSPs mediante el procedimiento de intercambio de etiquetas según las tablas de los LSRs. Pero queda por ver dos aspectos fundamentales:

1. Cómo se generan las tablas de envío que establecen los LSPs.
2. Cómo se distribuye la información sobre las etiquetas a los LSRs.

El primero de ellos está relacionado con la información que se tiene sobre la red: topología, patrón de tráfico, características de los enlaces, etc. Es la información de control típica de los algoritmos de encaminamiento. MPLS necesita esta información de *routing* para establecer los caminos virtuales LSPs. Lo más lógico es utilizar la propia información de encaminamiento que manejan los protocolos internos IGP (OSPF, IS-IS, RIP...) para construir las tablas de encaminamiento. Esto es lo que hace MPLS precisamente, para cada "ruta IP" en la red se crea un "camino de etiquetas" a base de concatenar las de entrada/salida en cada tabla de los LSRs, el protocolo interno correspondiente se encarga de pasar la información necesaria.

El segundo aspecto se refiere a la información de "señalización", pero siempre que se quiera establecer un circuito virtual se necesita algún tipo de señalización para marcar el camino, es decir, para la distribución de etiquetas entre los nodos. Sin embargo, la arquitectura MPLS no asume un único protocolo de distribución de etiquetas; de hecho se están estandarizando algunos existentes con las correspondientes extensiones; unos de ellos es el protocolo de reserva de recursos (RSVP) del Modelo de Servicios Integrados del IETF .

### 3.2.3.4 CARACTERÍSTICAS DE MPLS

MPLS no solamente soporta cualquiera de los servicios de capa de red, como IP e IPX, sino que también permite el empleo de muchos servicios

correspondientes a la capa de enlace como son ATM y Frame Relay, SDH (Synchronous Digital Hierarchy), Ethernet y Token Ring, para el envío de paquetes.

MPLS puede soportar servicios VPN para proporcionar mejor QoS. Los cuales Permanece independiente de los protocolos de capa 2 y capa 3. Se debe aclarar que MPLS no reemplaza el ruteo IP.

### **3.2.3.5 APLICACIONES DE MPLS**

Las principales aplicaciones que hoy en día tiene MPLS son:

- Ingeniería de tráfico.
- Redes de alto rendimiento.
- Diferenciación de niveles de servicio mediante clases (CoS).
- Servicio de redes privadas virtuales (VPN).
- Soporte multiprotocolo.

### **3.2.4. RED DE ACCESO**

La red de acceso provee el enlace entre el core de la red y los consumidores en los hogares. Esta suministra una traslación de la red conmutada hacia los equipo de acceso que tenga el proveedor para llegar hacia la red de los hogares. La red de acceso, por lo general, es llamada última milla. El último enlace hasta la red del hogar encargado de distribuir datos, voz, y video puede ser hecho a través de distintas tecnologías físicas (FFTx, xDSL, MILAN, WIMAX, etcétera).

### **TIPOS DE TECNOLOGÍAS DE ACCESO**

**Tecnologías de acceso Guiado.-** Son todo aquel que requieren de la existencia de un medio físico de transmisión.

**Tecnologías de acceso No Guiado.-** Son todo aquel que emplean como medio de transmisión el aire es decir propaga la información por medio del uso del espectro electromagnético, ondas de radio.

## **TIPOS DE MEDIOS UTILIZADOS EN REDES DE ACCESO**

A continuación se describen los medios utilizados en redes de acceso:

### **3.2.4.1 ACCESO POR COBRE**

La mayoría de operadores de telecomunicaciones utilizan tecnologías DSL (Línea de Subscriptor Digital) para entregar los servicios de banda ancha e IPTV a los hogares en su red de acceso. Ellos pueden elegir entre varias tecnologías DSL como los son: ADSL (DSL asimétrico) o DSL, DSL2 DSL2+, VDSL (DSL de alta velocidad) y G.SHDSL. Entre mayor sea el ancho de banda, la posibilidad de acceder a servicios multimedia aumenta, como por ejemplo: juegos, video bajo demanda, etcétera.

#### **3.2.4.1.1 TECNOLOGÍAS XDSL**

Se conoce como xDSL a la familia de tecnologías de acceso a Internet de banda ancha basadas en la digitalización del bucle de abonado telefónico. La principal ventaja de xDSL frente a otras soluciones de banda ancha (cable módem, fibra óptica, etc.) es precisamente la reutilización de infraestructuras ya desplegadas.

#### **Funcionamiento**

El acceso xDSL se basa en la conversión del par de cobre de la red telefónica básica en una línea digital de alta velocidad capaz de soportar servicios de banda ancha además del envío simultáneo de voz. Para lograr esto se emplean tres canales independientes:

Dos canales de alta velocidad (uno de recepción de datos y otro de envío de datos). Y otro canal para la transmisión de voz, cada uno de ellos ocupa una banda de frecuencia diferente, de manera que no interfieran entre sí. El canal de voz queda ubicado entre los 200Hz y los 3,4KHz se transmite en banda base, como el servicio telefónico tradicional, mientras que los canales de datos quedan aproximadamente entre los 24KHz y los 1,1MHz, distribuyéndose de forma variable entre el canal de subida y el de bajada según el tipo de tecnología xDSL empleada. Se transmiten mediante múltiples portadoras.

A continuación se detallan los diferentes tipos de XDSL

### **HIGH DATA RATE DIGITAL SUSCRIBER LINE (HDSL)**

Es un tipo de tecnología xDSL simétrica, es decir, provee el mismo ancho de banda en los dos sentidos. Debido a su velocidad (1.544Mbps sobre dos pares de cobre y 2.048Mbps sobre tres pares), las compañías telefónicas emplean HDSL como una alternativa para las líneas T1/E1 disminuyendo el costo de dichas líneas y el tiempo que requiere su instalación. Tiene una distancia máxima de operación de 3.6Km. La característica principal de HDSL es su capacidad para mantener o restablecer la señal íntegra a pesar de las imperfecciones del cobre.

### **SYMETRIC DIGITAL SUSCRIBER LINE (SDSL)**

Igual que HDSL, SDSL también contribuye a las transmisiones T1/E1 simétricas, pero SDSL difiere de HDSL en dos factores muy importantes:

- Emplea un único par de cobre (en lugar de dos o tres como ocurría con HDSL).
- Tiene una distancia máxima de operación de 3Km. (menor que la de HDSL).

## **ASYMMETRIC DIGITAL SUBSCRIBER LINE (ADSL)**

Es una tecnología que permite, usar la infraestructura telefónica actual, para proveer servicios de banda ancha.

La asimetría de DSL es idónea para el acceso a Internet, cuyo tráfico es asimétrico. Esto ha dado mayor impulso al ADSL; y con una ventaja adicional, se dispone de esta capacidad de datos en forma permanente, y no como ocurre con los modem en banda vocal, en los que se necesita una llamada telefónica para establecer la conexión y se usa 4 KHz de ancho de banda.

## **ASYMMETRIC DIGITAL SUBSCRIBER LINE 2 (ADSL2)**

El ADSL2 es una tecnología preparada para ofrecer tasas de transferencia sensiblemente mayor que la proporcionada por el ADSL convencional.

ADSL2 usa mecanismos que combaten las atenuaciones y la diafonía presentes en los pares de Cu (cobre) con los cuales:

- Incrementa la eficiencia de la modulación QAM.
- Reduce las tramas.
- Incorpora algoritmos mejorados de procesamiento de señal.

ADSL2 puede utilizar más de una línea telefónica para proveer conexión a un único terminal. Por lo que se demultiplexan distintas conexiones ADSL a través de distintas líneas telefónicas en un solo dispositivo, mejorando notablemente la velocidad de descarga de datos.

## **ASYMMETRIC DIGITAL SUBSCRIBER LINE 2 PLUS (ADSL2+)**

El ADSL2+ es la evolución del ADSL y el ADSL2. La principal novedad de ADSL2+ es que duplica el espectro, extendiéndolo desde los 1,104 ADSL2+ MHz hasta los 2,208 MHz, destinado para la descarga (*downstream*), lo que resulta en mayor velocidad de descarga. Como muestra la Figura

Teóricamente, un ADSL2+ puede alcanzar velocidades de 24Mbps en distancias cortas. Pero, a medida que la distancia aumenta, la velocidad disminuye debido a las pérdidas. El ruido afecta a ADSL2+ en la parte más alta del espectro. Para obtener velocidades cercanas a las máximas, el usuario no debe estar a más de 1 km y tiene un alcance máximo de 5 Km. La Tabla 3.1. muestra las tecnologías ADSL.

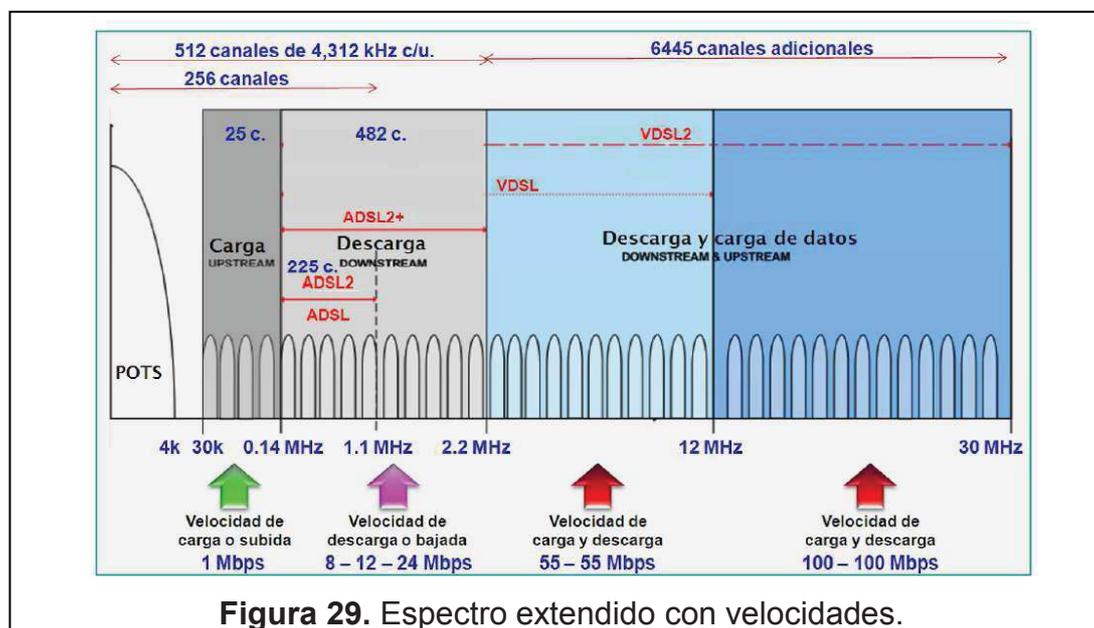
**Tabla 9.** Comparación entre tecnologías ADSL

| Tipo de DSL | Velocidad de transmisión |          | Distancia    | Frecuencia de operación | Esquema de codificación | # pares |
|-------------|--------------------------|----------|--------------|-------------------------|-------------------------|---------|
|             | Downstream               | Upstream | Longitud par |                         |                         |         |
| ADSL        | 1.544 Mbps               | 384 Kbps | 4.5km/5.5Km  | Hasta 1.1MHz.           | DMT                     | 1-par   |
|             | 6.312 Mbps               | 640 Kbps | 2.7km/3.6Km  |                         |                         |         |
|             | 8.448 Mbps               | 768 Kbps | 2.7 Km       |                         |                         |         |
|             |                          |          |              |                         |                         |         |
| ADSL2       | 1.6 Mbps                 | 40 Kbps  | 4.5km/5.5Km  | Hasta 1.1MHz            | DMT                     | 1-par   |
| ADSL2+      | 12 Mbps                  | 1Mbps    | 1.6km/2.0Km  | Hasta 2.2MHz            | DMT                     | 1-par   |
|             | 24 Mbps                  | 1.3 Mbps | 800m         |                         |                         |         |

## TECNOLOGÍA VDSL

VDSL (*Very high bit-rate Digital Subscriber Line*) es una evolución de ADSL. Transporta datos a velocidades de 5 a 10 veces superiores al ADSL. Soporta aplicaciones de gran ancho de banda como HDTV, VoIP y acceso a Internet, sobre una sola conexión de par trenzado de Cobre. Para conseguir velocidades

tan altas, el espectro de comunicación se extiende hasta 30 MHz. Como se muestra en la figura 29.



### Modulación en VDSL

El estándar VDSL especifica la modulación DMT (*Discrete Multitone*), que consiste en el empleo de múltiples portadoras. Cada portadora se modula en cuadratura QAM (*Quadrature amplitude modulation*) por una parte del flujo de datos. Luego, las señales moduladas se multiplexan usando FDM (*Frequency Division Multiplexing*).

El VDSL se instala en forma simétrica o asimétrica. Utiliza hasta 7 bandas de frecuencias, lo que permite personalizar los datos de carga descarga en función de servicios. Se crean para ello 247 canales virtuales dentro del ancho de banda disponible. La integridad de cada canal se monitorea y los datos se cambian a un canal alternativo cuando las señales se degradan. Así, los datos de carga o descarga se desplazan por la mejor ruta.

**VDSL2 (VDSL Line 2).**- Es el estándar DSL más reciente y avanzado. Diseñado para soportar los servicios Triple Play, que incluyen voz, video, datos, HDTV y juegos interactivos.

## Aplicaciones de VDSL y VDSL2

VDSL transmite datos a alta velocidad sobre distancias cortas, por ello se puede utilizar como última milla de los sistemas ópticos que llegan con fibra óptica hasta cerca de los abonados: a un armario en la acera (FTTC) o a un armario de distribución en un edificio (FTTB). La conexión final se realiza a través de la red telefónica de cobre, con VDSL.

**Tabla 10.** Comparación entre tecnologías DSL

| Tipo de DSL | Velocidad de transmisión           |                                    | Distancia        | Frecuencia de operación | Esquema de codificación | # pares     |
|-------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|-------------|
|             | Downstream                         | Upstream                           | Longitud par     |                         |                         |             |
| ADSL        | 1.544 Mbps                         | 384 Kbps                           | 4.5km/5.5Km      | Hasta 1.1MHz.           | DMT                     | 1-par       |
|             | 6.312 Mbps                         | 640 Kbps                           | 2.7km/3.6Km      |                         |                         |             |
|             | 8.448 Mbps                         | 768 Kbps                           | 2.7 Km           |                         |                         |             |
| ADSL2       | 1.6 Mbps                           | 40 Kbps                            | 4.5km/5.5Km      | Hasta 1.1MHz            | DMT                     | 1-par       |
| ADSL2 +     | 12 Mbps                            | 1Mbps                              | 1.6km/2.0Km      | Hasta 2.2MHz            | DMT                     | 1-par       |
|             | 24 Mbps                            | 1.3 Mbps                           | 800m             |                         |                         |             |
| HDSL        | 1.544 Mbps                         | 1.54 Mbps                          | 2.7 km<br>3.6 km | 80-240 KHZ              | 2B1Q                    | 2 o 3 pares |
| HDSL2       | 1.544 Mbps                         | 1.54 Mbps                          | 2.7 km<br>3.6 km | 80-240 KHZ              | TC-PAM                  | 1-par       |
| IDSL        | 128-144kbps                        | 128-144kbps                        | 4.2 km<br>7.8 km | Hasta 80Khz             | 2B1Q                    | 1 par       |
| SDSL        | 1.544 Mbps<br>768 Kbps<br>384 Kbps | 1.544 Mbps<br>768 Kbps<br>384 Kbps |                  | Hasta 440khz            | 2B1Q                    | 1 par       |
| VDSL        | 12.96 Mbps                         | 1.6 Mbps                           | 1500 m           | 200Khz-30Mhz            | QAM                     | 1par        |
|             | 25.92 Mbps                         | 1.6-2.3                            | 1000m            |                         |                         |             |
|             | 51.54 Mbps                         | Mbps                               | 300m             |                         |                         |             |
|             | 25.92 Mbps                         | 19.2 Mbps<br>25.92 Mbps            | 300m             |                         |                         |             |

### **3.2.4.2 ACCESO POR FIBRA ÓPTICA**

La introducción de la fibra óptica en el nodo de acceso permite disponer de un medio de transmisión de gran ancho de banda para el soporte de servicios de banda ancha, tanto actual como futuro.

Los operadores utilizan el despliegue de fibra óptica hasta el domicilio del cliente (FTTH). FTTx (Fibre To The x), con las distintas posibilidades de despliegue de fibra óptica según el alcance de la fibra y la proximidad al usuario final (FTTE, FTTB, FTTC, FTTH y FTTN), provee un gran ancho de banda para el consumidor y se pueden tener varios servicios simultáneamente, pero utilizar fibra óptica hasta los hogares de los consumidores es sumamente costoso.

La arquitectura PON elimina la electrónica en la planta externa. Estas redes cubren principalmente el rango de servicios entre 1,5Mbps y 155 Mbps que otras redes de acceso no llegan a cubrir.

#### **3.2.4.1 REDES PON (PASSIVE OPTICAL NETWORK)**

Una Red Óptica Pasiva (PON) es una única fibra óptica bidireccional y compartida que utiliza acopladores ópticos para ramificarse formando una económica red de acceso con topología punto multipunto hasta el usuario final.

### **3.2.4.3 ACCESO POR CABLE COAXIAL**

Las redes de acceso por un operador de cable utilizan Modulación de Amplitud en Cuadratura (QAM) para modular la señal de RF a través del cable coaxial. Así como la tecnología DSL de banda ancha permite transmitir datos y video a través de los cables de cobre, la DOCSIS (*Data Over Cable Service Interface Specification*) permite a los operadores de cable transmitir datos de banda

ancha a través de cables coaxiales. En DOCSIS una parte de la red de cable se convierte en una red IP que permite la descarga y transmisión de video IP.

#### **3.2.4.4 TECNOLOGÍA INALÁMBRICA**

En cuanto a la tecnología inalámbrica podemos considerar: el estándar 802.11n o llamado WLANs (*wireless local area network*) que especifica comunicación de hasta 540 Mbps en un alcance de 50 metros, en las bandas libres de 2,4 y 5 GHz Así, un único AP puede cubrir una casa entera, pero también está más expuesto a interferencias debido al incremento en la distancia de comunicación. El estándar 802.16 WIMAX se presenta como una alternativa para dar servicios de banda ancha en zonas donde el despliegue de cobre, cable o fibra, no se puede desplegar por su geografía (zonas rurales).

## Capítulo 4

### 4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN PROPUESTA

En este capítulo se analizará algunas de las posibles soluciones y se manifestará una que se adapte tanto a nivel de núcleo de la red como a nivel de acceso y agregación.

Este sistema debe soportar broadcast de video y video bajo demanda en alta definición (HD), de tal forma que puedan ser distribuidas a través de la red de cobre usando DSL sin que los servicios de voz y acceso al Internet sean afectados de ofrecer triple play sobre la infraestructura de planta externa existente.

Para que la IPTV pueda desarrollarse de una manera completa es necesario aumentar la velocidad de las conexiones actuales. Podemos diferenciar dos tipos de canal: de definición estándar SDTV o de alta definición HDTV. Para un canal del primer tipo sería necesario tener una conexión de 1.5 Mbps y para un canal del segundo tipo 8 Mbps. A este ancho de banda hay que sumar el necesario para la conexión a internet. Estos cálculos son usando MPEG-4 para la compresión/codificación del vídeo.

La IPTV necesita unos valores técnicos para poder prestar su contenido sin inconvenientes, los valores son los siguientes:

- Ancho de banda: dependiendo del número de decodificadores, la velocidad del internet o telefonía IP (VoIP, deberá ser mayor en cada caso, los más comunes son: 4 Mbps, 7 Mbps, 8 Mbps, 10 Mbps, 12 Mbps, 14 Mbps, 16 Mbps y 18 Mbps. El hecho de que el ancho de banda sea más alto, provoca que la línea ADSL sea más sensible a caídas. Es decir, una línea con un perfil de 4 Mbps, si por ejemplo queda con valores de señal-ruido de 13dB y atenuación de 40, no soporta un

perfil de 10 Mbps, ya que provoca mayor atenuación y menos señal-ruido.

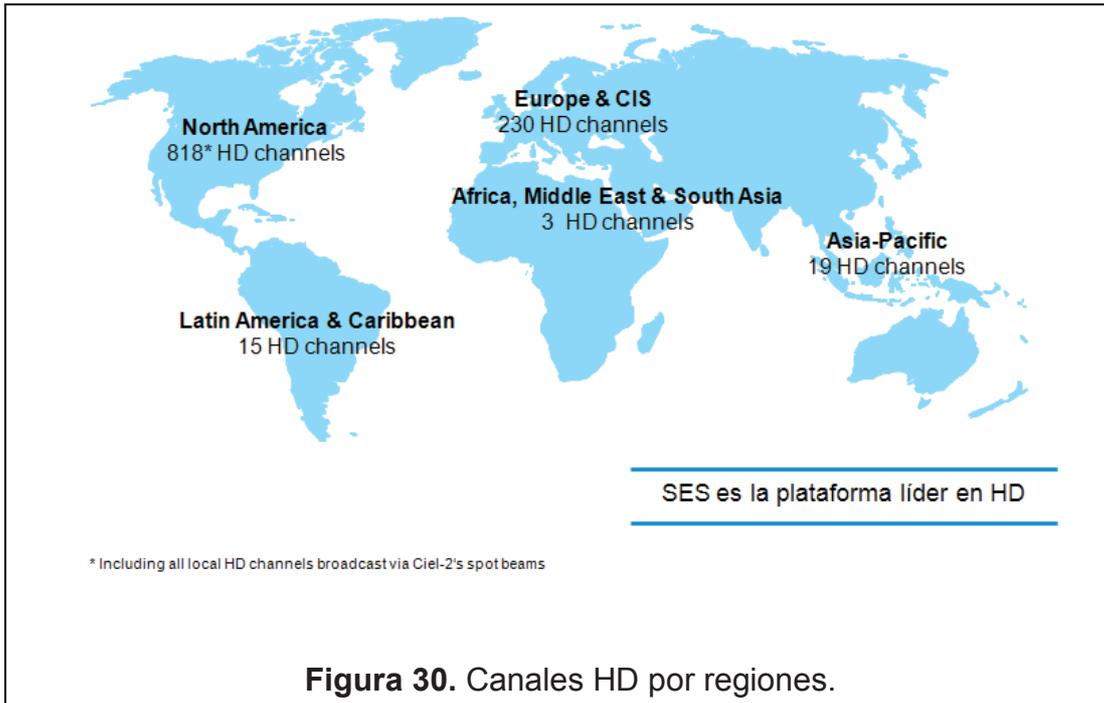
- Señal-ruido: mayor de 13dB para garantizar la estabilidad del servicio (cuanto más alto el valor, de más calidad será el servicio)
- Atenuación: menor de 40dB, ya que si es demasiado alta, el servicio puede tener caídas constantes.

Con todos los aspectos y antecedentes técnicos mencionados es necesario modificaciones en la red core y la red de acceso, que nos permita obtener una red física que soporte las velocidades para un funcionamiento óptimo de el servicio de IPTV en alta definición.

Previamente se realizara un vistazo general de la situación actual de la HDTV, y los elementos que componen un sistema end-to-end de IPTV. Finalmente detallaremos la situación actual de CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) y la solución propuesta en esta tesis.

#### **4.1.1 MERCADO HD (*High Definition*)**

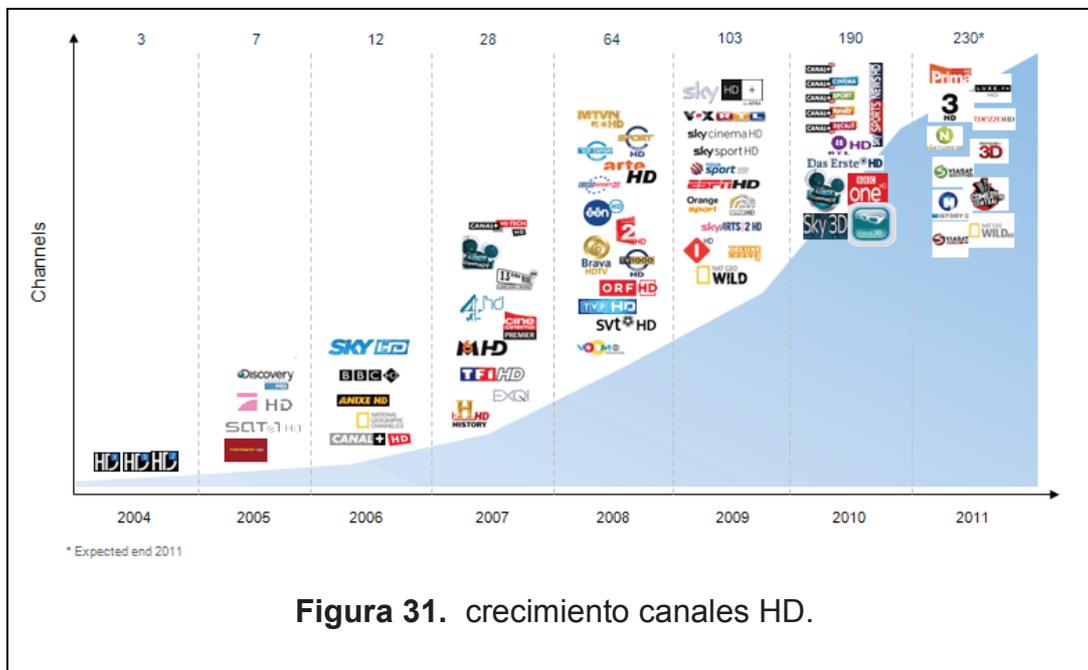
HDTV (High Definition Television) corresponde a los estándares más exigentes, pero que permiten entregar una mayor resolución y mejor calidad de imagen, al costo de mayor ancho de banda para transmitir las señales de video. Para disminuir el consumo de recursos, se utiliza compresión MPEG-2, MPEG-4, el ITU h.264, o incluso Windows Media Video. El éxito del HDTV (High Definition) se extiende a todas las plataformas de transmisión. LO que lleva a prever que pronto el cliente de TV de pago va a exigir la HD como la calidad normal de recibir la TV. La figura 30 representa la cantidad de canales HD por región a nivel mundial.



**Figura 30.** Canales HD por regiones.

**CRECIMIENTO DE CANALES HD**

La figura 31 muestra una proyección del crecimiento canales HD a nivel mundial realizado por la empresa SES ASTRA de España.



**Figura 31.** crecimiento canales HD.

## HARDWARE ASOCIADO

Tan importante como la transmisión, es el equipo terminal que sea capaz de receptarlo. En la actualidad tenemos diferentes tecnologías de displays, LCDs (*liquid crystal display*), Plasma, DLP (*digital light processing*), SED (*Surface-conduction Electron-emitter Display*), etc.

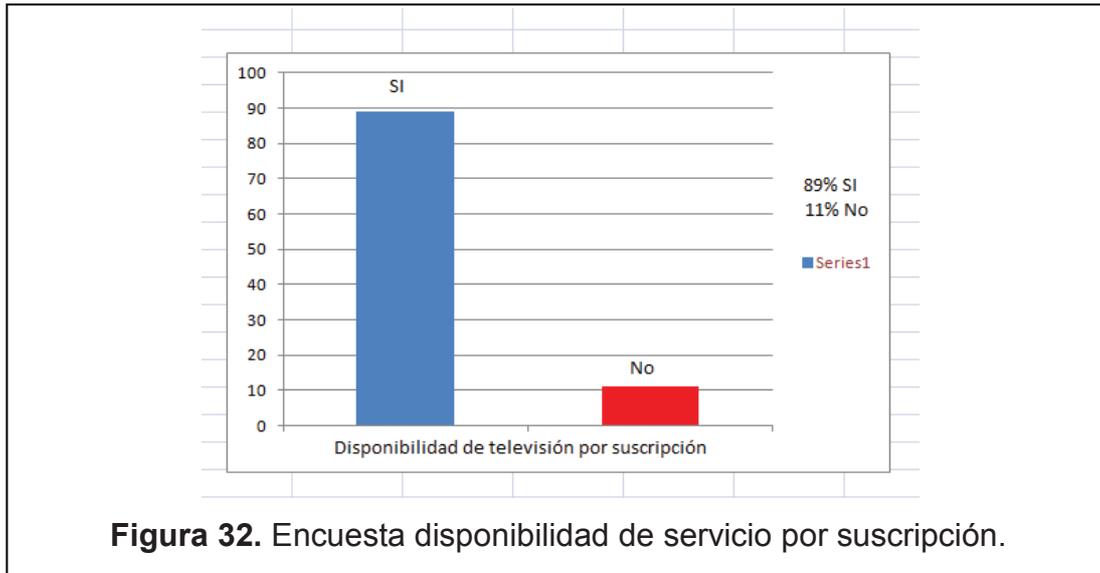
### 4.1.2 Situación Actual HDTV en Ecuador

El anuncio del Gobierno ecuatoriano que define una agenda para las políticas y normativas necesarias que permitirán regular esta tecnología en el país, para una implementación efectiva y su posterior masificación. Asimismo, se detalló que hasta la presente fecha se ejecutan acciones como memorandos de entendimiento entre MINTEL y los Ministerios de Comunicaciones de Brasil y Japón.

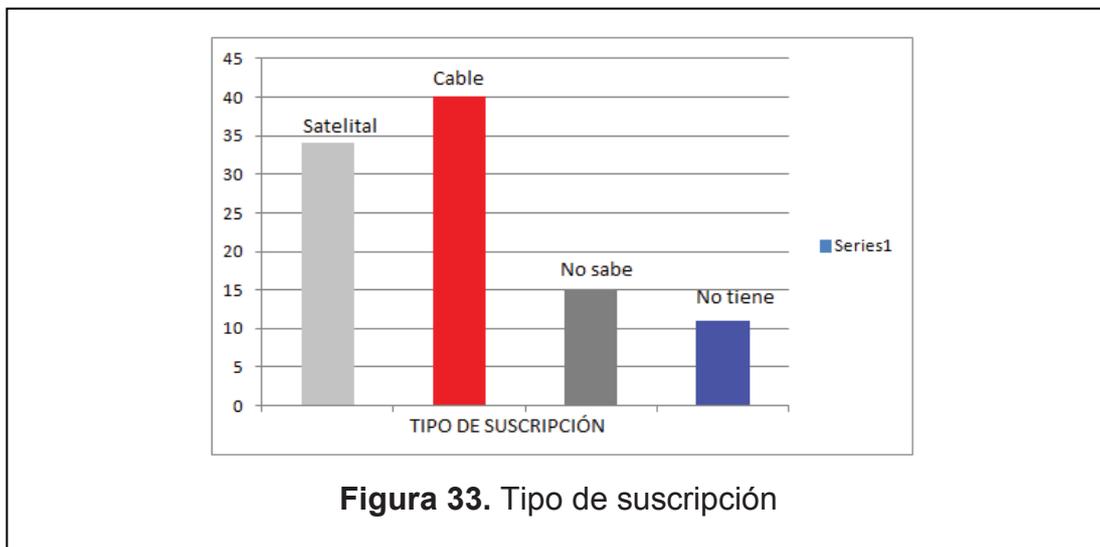
En el marco de cooperación con el Gobierno de Japón, a través de la empresa pública de Televisión y Radio de Ecuador RTVEcuador, se realizó un proyecto piloto en el que se emiten señales de prueba en transmisión digital, con cobertura en Quito. El MINTEL recibió del canal japonés NHK la donación de 742 programas de televisión con contenidos documentales y educativos, canalizados mediante los medios públicos mencionados. Paralelamente, se trabaja con el canal del Estado para emitir señales de prueba en el canal 47 UHF en transmisión digital, con cobertura en Quito y sus alrededores, proyectando una expansión en todo el territorio nacional.

Una encuesta realizada en el sector de la Mariscal Quito-Ecuador (Anexo 1), donde se realizó el estudio del proyecto, permite determinar algunas tendencias del mercado actual que describe a continuación:

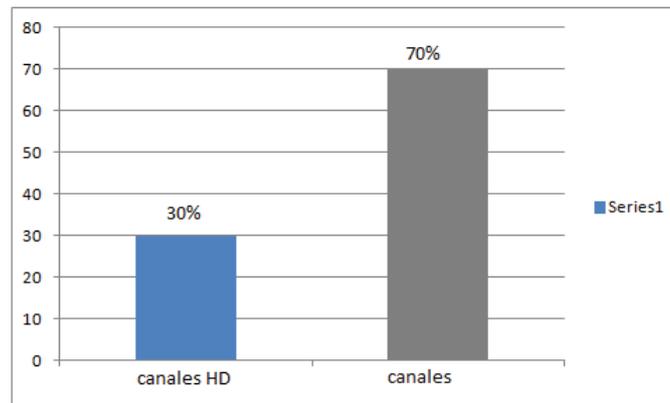
La disponibilidad del servicio por suscripción es del 89%. Como muestra la figura 32.



El servicio por cable y antena satelital son los más utilizados con un 40% y 34% respectivamente, un 15% que desconoce el tipo de servicio que dispone, y 11% que no dispone de este servicio.

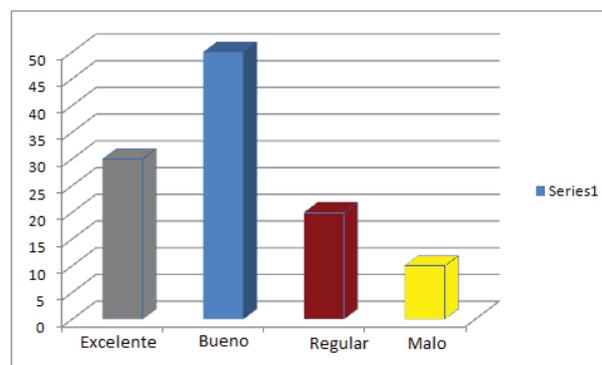


La disponibilidad de los canales en alta definición es baja en la actualidad, pero con un crecimiento considerable, debido al aumento de equipos receptores con resolución HD.



**Figura 34** Disponibilidad de canales en formato SD y HD

La conformidad con el servicio no es la adecuada ya que solo el 28% de los consumidores considera que es excelente, por lo que debe de existir una mayor competitividad en el mercado ya que en la actualidad son pocas las empresas que brindan estos servicios.



**Figura 35.** Calidad de servicio que prestan las operadoras.

## 4.2 SITUACIÓN ACTUAL CNT

La plataforma de IPTV cambia el paradigma de servicios que CNT en la actualidad entrega a sus clientes, es un servicio que requiere un 100 % de disponibilidad y calidad, este servicio por ser de aspecto y presentación “visual” al cliente, el cliente está más propenso a exigir y reclamar en caso que el

servicio presente problemas. En la actualidad CNT posee servicios de Telefonía fija a nivel Nacional y acceso a Internet con planes de 600 Kbps, 1, 2, 3 hasta 5 Mbps para clientes Masivos (Residenciales) y clientes Corporativos (PYMES y Empresas).

Adicionalmente CNT ofrece servicios de Housing y Hosting, montados en sus Data Center.

**Internet Bajo Demanda:** Este servicio está diseñado para satisfacer las necesidades en ancho de banda que requiera el cliente en el caso de tener problemas por interrupción del servicio.

**Video-vigilancia:** Este servicio está diseñado como un valor agregado a los servicios de Internet de banda ancha de forma que un cliente pueda observar lo que sucede en su hogar u oficina desde cualquier parte del mundo por medio de Internet a cualquier hora del día.

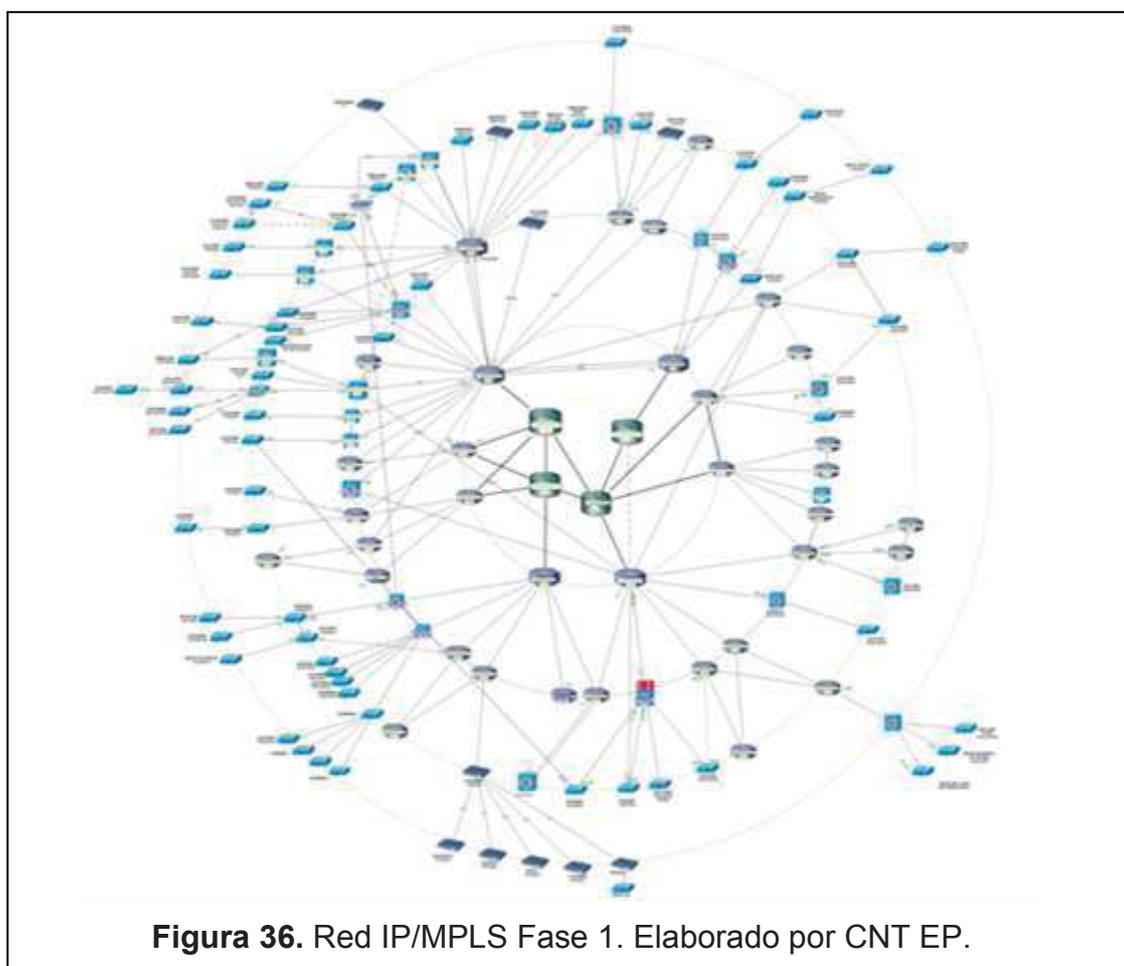
**Transmisión de Datos:** Servicio mediante el cual una empresa puede conectar sus filiales, sucursales, sus cajeros automáticos, sus maquinas dispensadoras o con otras empresas con la matriz para realizar transacciones o utilizar aplicaciones como: facturación en línea, inventarios en línea, sistema de ventas en línea, información y registro de bases de datos en línea, etc.

**Data center:** El servicio de Data Center tiene como objetivo brindar al cliente el espacio necesario almacenar su información sin que tenga que preocuparse de variables tales como climatización, energía protegida, seguridad, sistemas anti-incendios, alarmas, sistemas anti-terremotos, etc. Existen tres variantes de este servicio:

- Data Center.
- Data Storage.
- Disaster Recovery.

#### 4.2.1 CAPA BACKBONE IP/MPLS

CNT E.P. posee un despliegue de infraestructura IP/MPLS, en fase 1, principalmente compuesta por equipamiento de marca Cisco. Red con presencia esperada a nivel Nacional en fase 2. A continuación se muestra figura 36 de la Red IP/MPLS Fase 1.



La capa de CORE de la red IP/MPLS está formado por equipos cisco, que son los que concentran todo el tráfico de la red, están interconectados entre ellos por interfaces de 10 Gbps de capacidad, bajo esta capa hay una capa de distribución formada por equipamiento Cisco 76XX, en su gran mayoría con enlaces de 1Gbps entre ellos y hacia los equipos CORE, sobre esta capa física está configurado el ruteo IP base sobre protocolo IS-IS (*Intermediate System*),

sobre la cual está configurado IP/MPLS para soportar servicios VRF (*Virtual Routing and Forwarding*) (Layer 3) y VPLS (*Virtual Private LAN Service*) (Layer 2).

Todos los equipos que forman la capa de CORE poseen alta disponibilidad a nivel de procesadoras y enlaces, los enlaces entre equipos llegan a interfaces de tarjetas distintas. Existen 5 colas de QoS configuradas, la red está configurada para recibir tráfico marcado desde el origen y de acuerdo a la marca de origen será tratado y transportado en la red, la red IP/MPLS no se encarga de marcar y/o remarcar en sus interfaces de entrada.

En la actualidad el tráfico Multicast está configurado y operando sobre la base de ruteo de los equipos IP/MPLS, está habilitado IP-PIM en modo Sparse, está habilitada la opción de IGMP v2, acorde a una amplia compatibilidad con los equipos existentes.

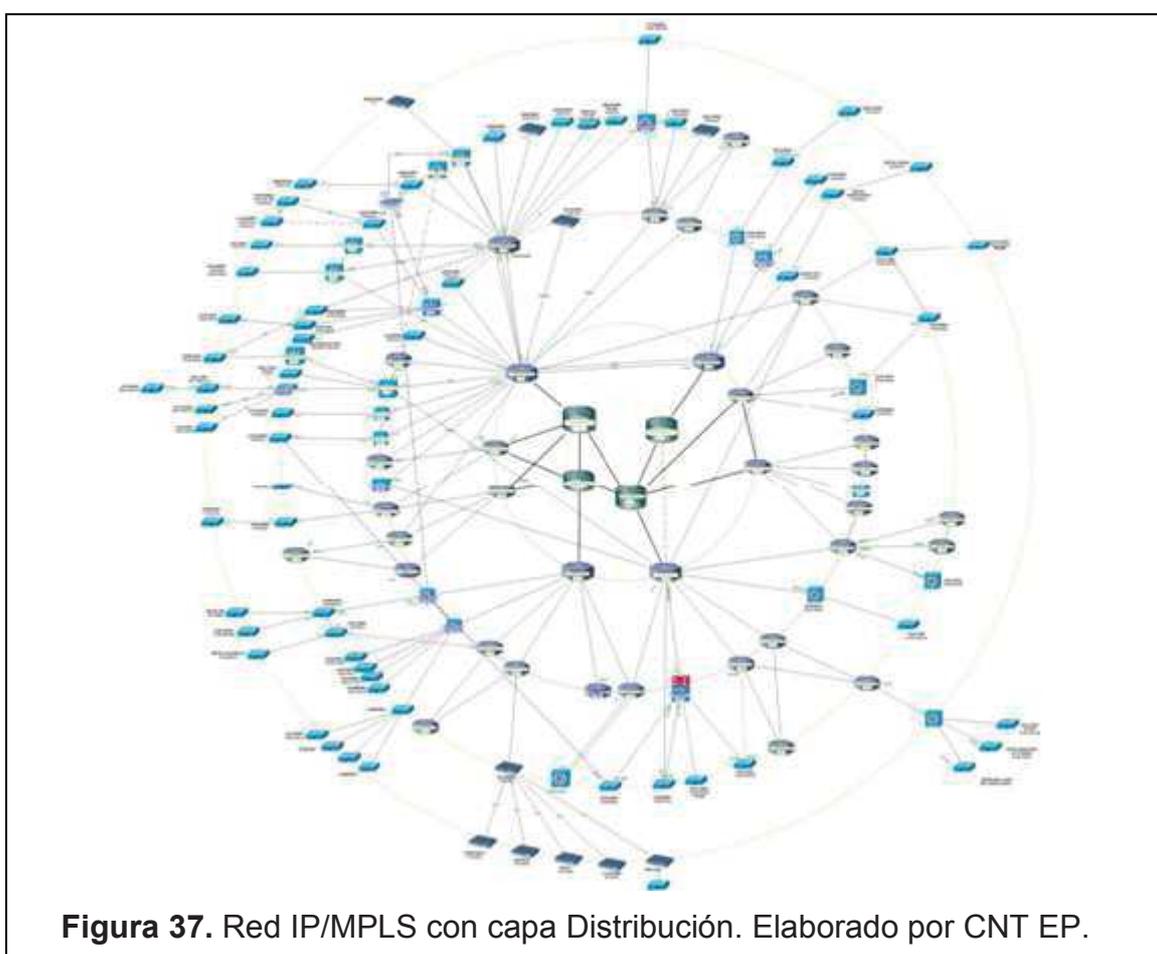
La seguridad es manejada por un ACS (*Secure Access Control*) donde son autenticados de forma centralizada, existen 4 perfiles de administración, dos de ellos para la configuración y 2 de supervisor.

CNT se encuentra en ampliación proyecto IP/MPLS, el cual proporcionará cobertura nacional y contempla la incorporación de nuevos equipos y de ampliaciones de interfaces de 1 a 10 Gbps en los lugares donde la red de transmisión se lo permita.

#### **4.2.2 CAPA AGREGACIÓN/DISTRIBUCIÓN**

En CNT la red de distribución en su mayoría forma parte del Backbone IP/MPLS, y está formada por equipos de Distribución IP/MPLS Cisco 76XX y adicionalmente está integrada con la red Metro-Ethernet (Layer 2) en la capa que interconecta con acceso.

La topología de la red IP/MPLS de Distribución, tal como es en Backbone, es estrella, en la mayoría de los casos con interfaces del tipo Ether-Channel sumando interfaces de 1 Gbps. Los equipos de distribución interconectan en UP Link, con dos interfaces con equipos CORE, hacia el acceso con equipos cisco 65xx que se comportan como equipos Layer 2. Los equipos Cisco 65xx interconectan hacia distribución con interfaces tipo Ether-Channel de 2 interfaces Giga bits. La figura 37 muestra la Red IP/MPLS con capa Distribución.



#### 4.2.3 CAPA RED DE ACCESO

La capa de acceso es la que posee los componentes más distribuidos en la red, para los servicios triple play (Internet + VoIP + IPTV) que CNT desea

desplegar sobre su red de acceso requieren exigencias de calidad, para soportar de forma adecuada estos tipos de servicios.

Actualmente CNT EP basa su despliegue de banda ancha sobre tecnología xDSL y en tecnología GPON, posee aproximadamente 18 modelos de DSLAM entre tipos ATM e IP/Ethernet. En la actualidad el despliegue y/o crecimientos está basado principalmente en las dos marcas dominantes de IP/DSLAM desplegados en red; Alcatel-Lucent y Huawei, y en muy baja proporción ZTE.

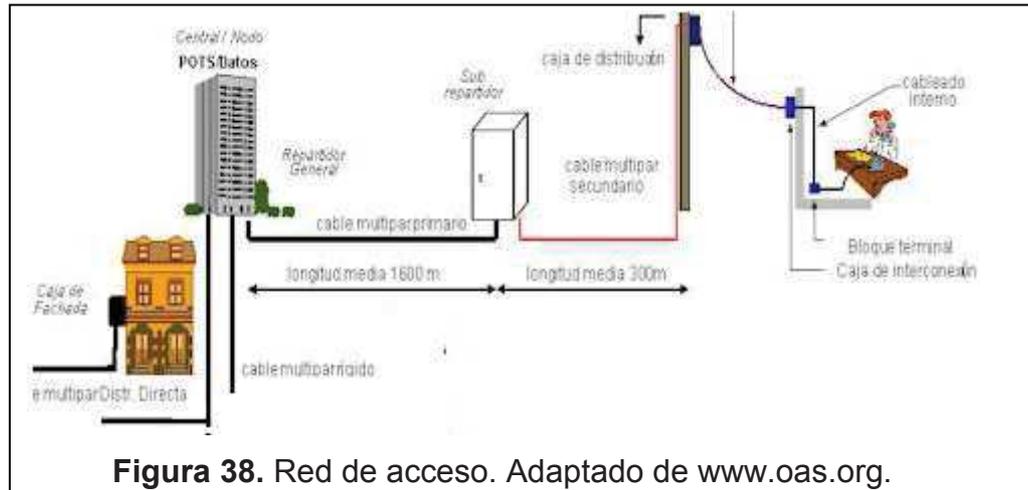
La red de acceso de CNT presenta tres tipos de topologías en acceso; anillo, cascada (Sub-tending) y estrella con conexión directa de DSLAM IP/Ethernet a los equipos de distribución IP/MPLS. Por parte de CNT existe una política de ir eliminando las topologías de acceso en anillo y sub-tending, política imprescindible para un correcto despliegue de IPTV.

Las configuraciones de los servicios sobre los equipos de acceso son definidas entre las áreas de operaciones de Backbone y Acceso.

Para el piloto de IPTV se definió un perfil de línea de 3.1 Mbps, el cual es compartido entre el servicio de Internet e IPTV.

#### **4.2.3.1 RED DE COBRE ACCESO**

Esta parte de la red presenta una arquitectura variada, en la actualidad la red de acceso en cobre de CNT EP está constituida por tres segmentos de red tradicionales, red primaria, red secundaria, red de abonado, y en algunos casos red directa a una solución red de acceso a red unidad remota. La categoría de cable que se implementa en estas redes es la estandarizada en AWG 24 (0.4 mm), como se ilustra en la siguiente figura 38:



Respecto a los largos de Loop (bucle) de abonado, posee entre los rangos de 10m a 7425m, siendo la distribución por porcentajes la siguiente:

**Tabla 11.** Bucle de pared de cobres de la central al domicilio del cliente de CNT EP.

| Largo de Local    | Loop (Bucle) Porcentaje |
|-------------------|-------------------------|
| > a 5 Km          | 1.21 %                  |
| Entre 1 Km y 5 Km | 66.89 %                 |
| < a 1 Km          | 31.89 %                 |

En la mayoría de los casos el cableado interno de los edificios y condominios son particulares y no cuentan con normativas o regulación estatal para la instalación. CNT EP aplica políticas para tratar de corregir aspectos que no se consideraron antes.

CNT E.P. ha comenzado un plan de acortar los bucles de cobre, considerando largos máximos de 2 Kilómetros, con el uso de electrónica desplegada en planta externa. Las redes primarias son principalmente con cables de 1200,

800 y 400 pares y las redes secundarias con cables de 400, 200, 100 y 50 pares.

En la actualidad solo son validados o certificados los bucles o loops de pares de cobre con medidas eléctricas. A continuación se detalla los parámetros que se verifican en la red para realizar instalaciones de Banda Ancha e IPTV. Parámetros de medición de pares de cobre calibre 0.4 mm:

- Voltaje Inducido AC debe ser menor a 1 voltio, debe tender a cero (0).
- Voltaje Inducido DC debe ser menor a 1 voltio, debe tender a cero (0).
- Resistencia de Aislamiento entre a y b debe ser mayor a 100 Mega ohmios.
- Resistencia de Aislamiento entre a y T debe ser mayor a 100 Mega ohmios.
- Resistencia de Aislamiento entre T y b debe ser mayor a 100 Mega ohmios.
- Ruido debe estar entre -45 dBm hasta -70 dBm.
- Atenuación: medido a 1.000 Hz. su valor es de 1.68 dB / Km.
- Resistencia de Bucle, para cable calibre 0.4 mm. para IPTV deber máximo hasta 400 ohmios.

#### **4.2.4 CAPA HOME-NETWORKING**

Estos elementos no son parte de la red directa de CNT, pero forman parte del “End to End” del servicio IPTV, y son elementos esenciales en la solución para la entrega de servicios triple play. CNT no posee, en la actualidad, despliegues de redes Home-Networking, más allá del cable Ethernet que conecta el CPE con el PC de cliente o la red WiFi (802.11B y G) del hogar para la conectividad del acceso de Internet.

#### 4.2.5 ISP

Para acceso a Internet la red cuenta con dos ISP. Los ISP son independientes entre ellos, cada cual posee sus propios accesos Nacionales e Internacionales, cuentan con un enlace de 1 Gbps que los une, este enlace funciona como respaldo para permitir evacuar un porcentaje de tráfico en caso de caída de uno de los ISP. Cada ISP posee una zona de servicios con Mail Server, Firewall, IDS, DNS, etc. Como muestra la figura 39 la Red ISP.

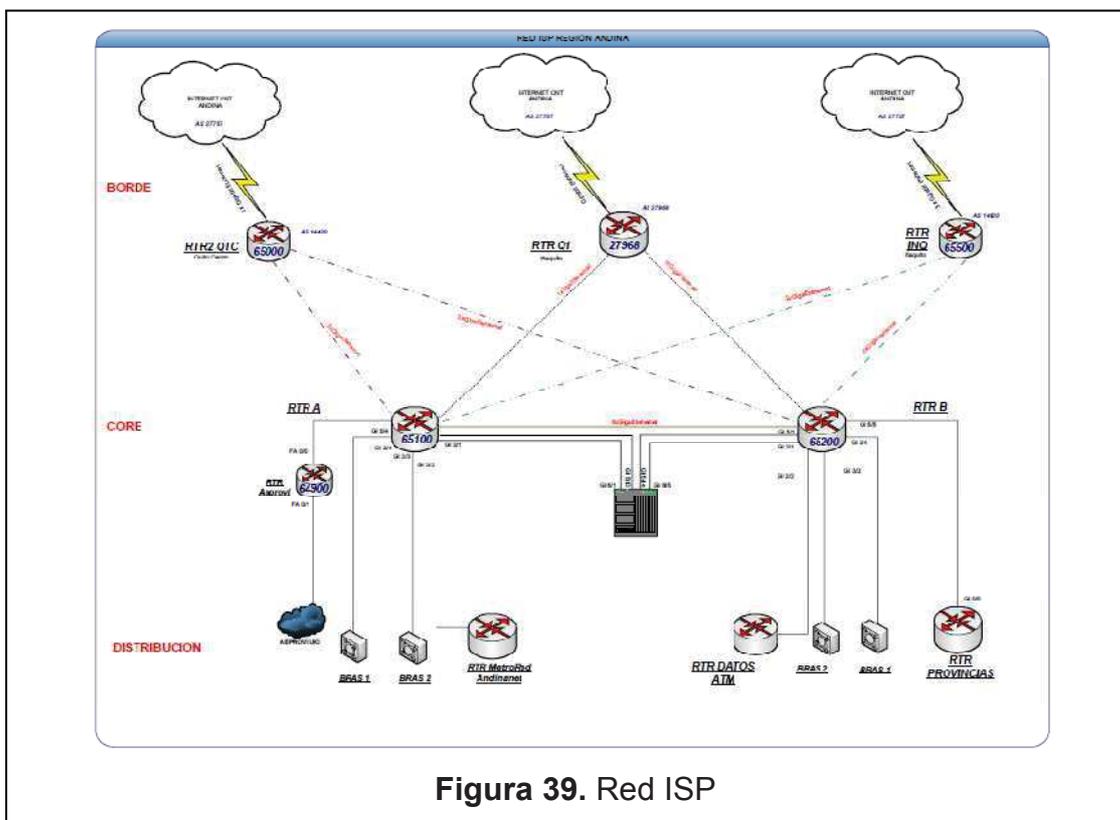
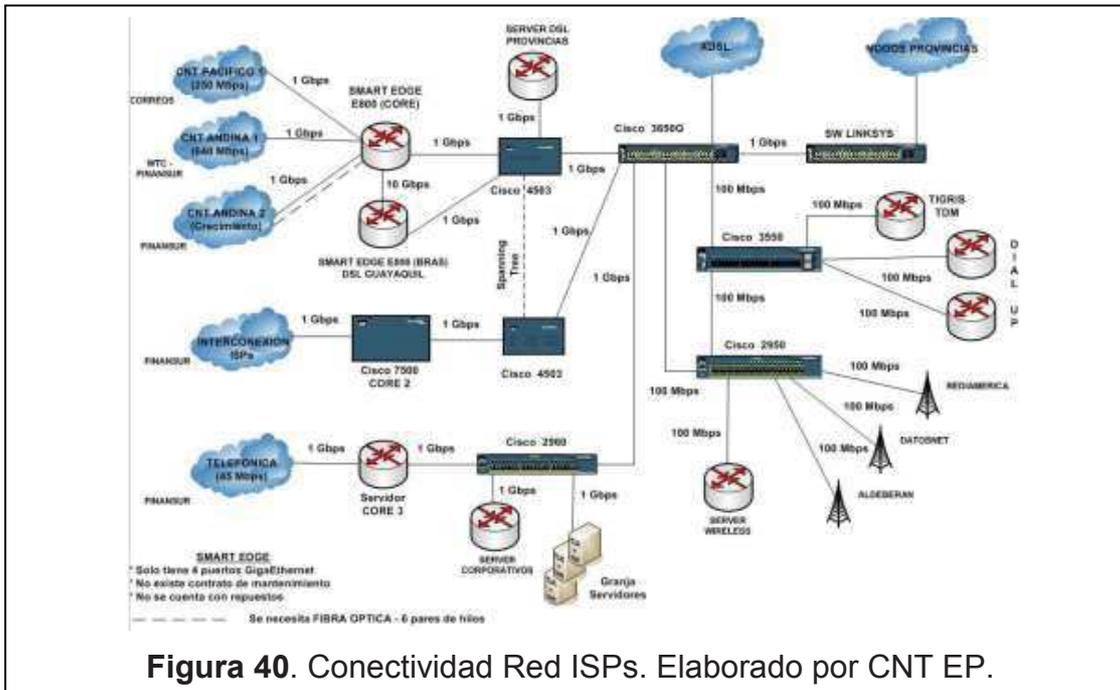


Figura 39. Red ISP

Los ISPs cuentan con tres proveedores de acceso Internacional. La figura 40 muestra la conectividad Red ISP.



Existe en CNT EP un ISP de nivel 2, que es el que entrega acceso Internacionales y Nacionales a los ISP de CNT y a terceros, ISP más pequeños.

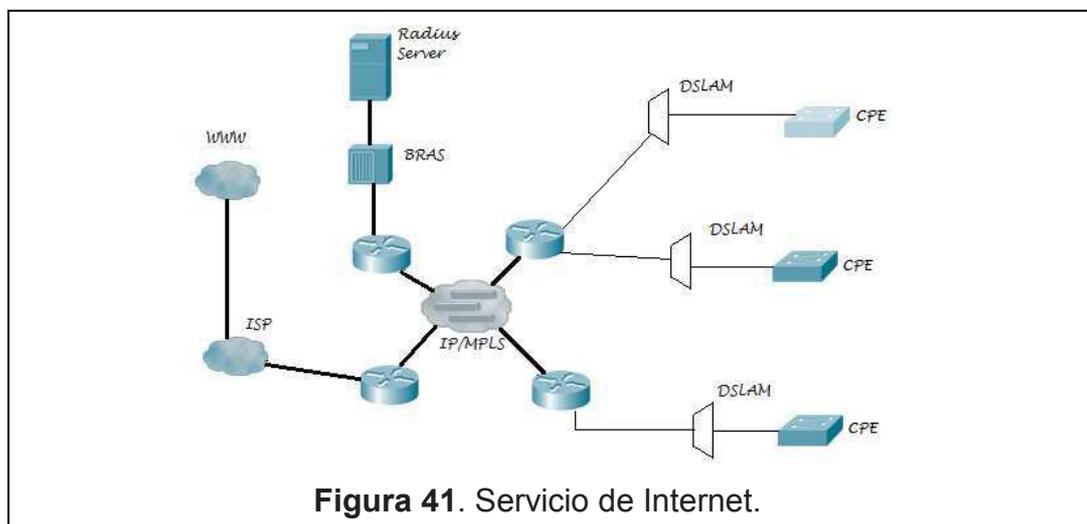
#### 4.2.6 MODELOS DE SERVICIO

Es la configuración de los servicios en cada uno de los equipos de la red, ya que decisiones en la configuración o definición que se realice en uno de los equipos podría afectar el funcionamiento o rendimiento en otra capa o equipo de la red, esta definición de modelo de servicio, debe tener en cuenta “End-to-End” en la red, considerando todos los elementos y equipos de la red.

CNT E.P. en la actualidad entrega dos tipos de servicios de banda, los servicios de clientes masivos y para clientes corporaciones.

**Servicio de acceso a Internet Masivo:** Estos son entregados a través de un PVC bridge que pasa por el DSLAM hacia una VLAN que concentra todos los clientes del DSLAM hacia una puerta que conecta con el equipo de distribución, en la red MPLS existe configurada un servicio VPLS que concentra todos los

DSLAM zonales. Las VPLS conecta con uno de los dos BRAS que son los encargados de terminar las sesiones PPPoE. Los BRAS autentican los clientes sobre los equipos Radius. La figura 41 muestra el servicio Internet.



**Figura 41.** Servicio de Internet.

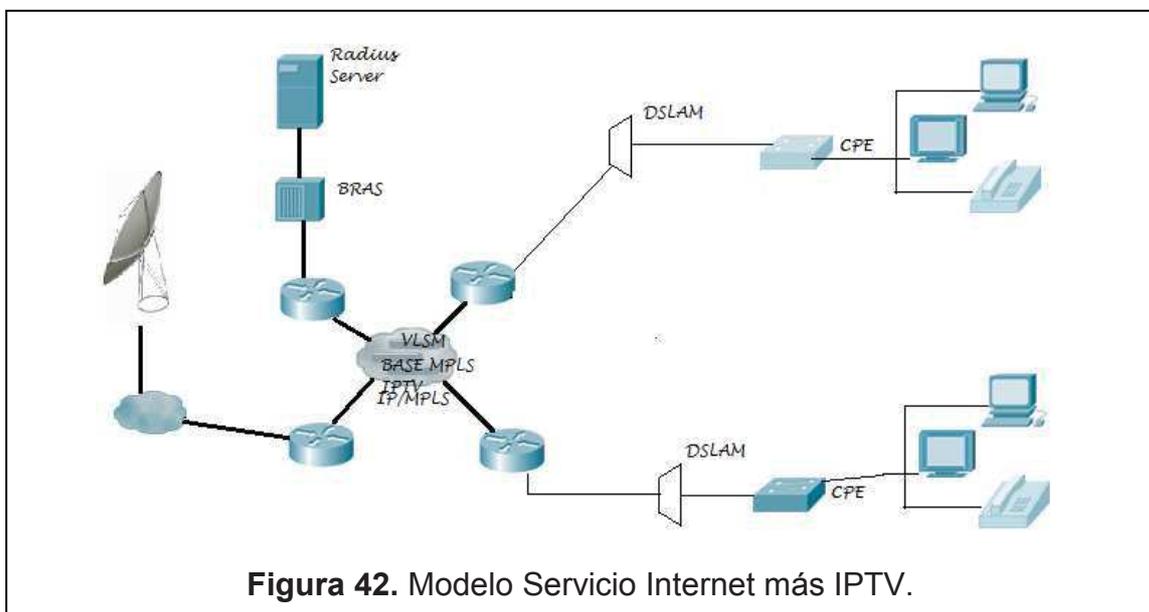
Para la autenticación usa actual PPPoE (*Point-to-Point Protocol over Ethernet*) y DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*).

CNT E.P. posee una red de transmisión basada en dos anillos DWDM de dos proveedores Huawei y ZTE, entregan cobertura Nacional, cubriendo zonas más pequeñas a través de una capa más baja basada en SDH y PDH, la red DWDM posee una capacidad para 40 landas de los cuales están provisionados en porcentajes menores, por ejemplo entre Quito y Guayaquil existen 9 landas operando.

#### 4.2.7 Piloto IPTV

Está formado por un Head-end IP provisto por Huawei. Utiliza la red IP/MPLS para desplegar el servicio en la red de CNT. El piloto está configurado en la red IP/MPLS sobre la base de ruteo de los equipos, el trafico del Head-end IP está siendo inyectado a la red a través de un equipo IP/MPLS de distribución, que está ubicado en el mismo sitio del Head-end IP de IPTV, el modelo de servicio

implementado en el acceso, DSLAM y MODEM es completamente capa 2, terminando en capa 3 en las puertas de conexión de los equipos de distribución de la red IP/MPLS.



**Figura 42.** Modelo Servicio Internet más IPTV.

CNT E.P. ha considerado principalmente para el diseño general de su red, el servicio Internet, en la red IP/MPLS, Lo que conlleva a tener a niveles óptimos de servicio y recalcar en aspectos importantes que mencionaremos a continuación:

**Qos (Quality of Service) “End-to-End”.**- Calidad de servicio (capacidades de ancho de banda, Perdida de paquetes, Latencia, Jitter, etc.). Para poder desplegar satisfactoriamente servicios IPTV es necesario disponer de buena QoS, tanto para el video como los datos y voz. La implantación de QoS en el backbone es esencial para el éxito de aplicaciones avanzadas como videoconferencias, telemedicina y, en este caso, servicios IPTV.

A continuación se muestra (Tabla 12) un cuadro con los parámetros analizados para QoS en IPTV.

**Tabla 12.** Valores estimados de calidad de servicio en IPTV.

| Parámetro           | Medio | Funcionalidad      |                  |                   | Característica QoE                                     |
|---------------------|-------|--------------------|------------------|-------------------|--|
|                     |       | Correcto           | Regular          | Pobre             |  |
| Jitter medio        | Video | $J < 200\text{ms}$ | $2000 < J < 1E4$ | $J > 1E4$         | Posee escasa repercusión en este tipo de servicios.    |
|                     | Audio | $J < 200\text{ms}$ | $2000 < J < 1E4$ | $J > 1E4$         |  |
| Pérdida de paquetes | Video | $Lp < 1\%$         | $1\% < Lp < 5\%$ | $Lp > 5\%$        | Principal causante de pixelado en la imagen.           |
|                     | Audio | $Lp < 2\%$         | $2\% < Lp < 5\%$ | $Lp > 5\%$        |  |
| Throughput          | Video | $> 20\text{kbps}$  | $20 > Th > 15$   | $< 15\text{kbps}$ | Produce congelado en la imagen y pérdida en el sonido. |
|                     | Audio | $10\text{kbps}$    | $10 > Th > 5$    | $< 15\text{kbps}$ |  |

El grupo de Ingeniería y Desarrollo de la Universidad del Norte en Barranquilla ha desarrollado un análisis de los diferentes parámetros QoS, variando la tasa de transmisión, el códec de video y la aplicación de calidad de servicio. A continuación se muestra el resultado de las pruebas realizadas sobre cada plataforma tecnológica:

**Tabla 13.** Resultado de parámetros sobre la plataforma ADSL.

| Tasa de transmisión | Códec  | Calidad de Servicio | Parámetro           |                |                 |
|---------------------|--------|---------------------|---------------------|----------------|-----------------|
|                     |        |                     | Pérdida de paquetes | Retardo máximo | Jitter Promedio |
| 768 Kbps            | MPEG-2 | Si                  | 0.10                | 50 ms          | 4 ms            |
|                     |        |                     | 0.08                | 53 ms          | 9 ms            |
|                     | MPEG-4 | No                  | 0.20                | 50 ms          | 3 ms            |
|                     |        |                     | 0.22                | 52 ms          | 9 ms            |

|           |        |    |      |       |        |
|-----------|--------|----|------|-------|--------|
| 1024 Kbps | MPEG-2 | Si | 0.30 | 54 ms | 3.6 ms |
|           |        |    | 0.28 | 54 ms | 9 ms   |
|           | MPEG-4 | No | 0.18 | 56 ms | 3.8 ms |
|           |        |    | 0.16 | 58 ms | 9 ms   |
| 1536 Kbps | MPEG-2 | Si | 0.17 | 50 ms | 4 ms   |
|           |        |    | 0.22 | 50 ms | 8.2 ms |
|           | MPEG-4 | No | 0.28 | 63 ms | 3.8 ms |
|           |        |    | 0.32 | 65 ms | 9 ms   |

### **Gestión y Monitoreo *End-to-End***

Se debe considerar la gestión y administración de todos los equipos y elementos que forman en “End-To-End” de la red, tanto a nivel de plataforma IPTV como a nivel de la red.

### **Soporte Multicast *End-to-End***

Todos los equipos que forman la solución técnica de IPTV deben soportar el despliegue masivo del servicio de IPTV HD, cumpliendo así las exigencias tanto en funcionalidades como en capacidades.

### **Escalabilidad**

La plataforma debe ser diseñada con miras en el futuro, esto es soportando de manera adecuado los futuros crecimientos, debe ser diseñada de tal forma que al aumentar el número de clientes no signifique un caos.

## **4.3 RED DE ACCESO MODIFICADA**

Realizado el análisis y estudio de la red de acceso, se propone una reestructuración de la misma. La disminuyendo la red de acceso de última milla de cobre, con ubicación de nodos ópticos en los distritos o armarios de distribución de la red telefónica eliminando la red primaria de cobre sustituyendo

por red de fibra óptica. El diseño se realizara en la central de conmutación de Mariscal. Adicionalmente mencionaremos alternativas para dar un mejor servicio.

#### **4.3.1 DISEÑO DE LA RED DE ACCESO**

Primeramente se debe hacer un volumen de obra, de la canalización de la red CNT E.P, ubicando los distritos o armarios donde se pueda implementar IP DSLAMs. Además verificar si es posible llevar fibra desde la central telefónica de Mariscal hasta los distintos distritos. Es importante realizar mediciones de la red, que sean acorde con las exigencias para la implementación del IPTV en alta definición.

Para el estudio se ha tomado el sector de la Floresta y el sector de la Gonzales Suarez, ya que son los sectores más comerciales que comprende la central Mariscal Sucre. En los cuales existen dos nodos: el nodo de la Floresta y el nodo Concorde.

Además de todo lo mencionado anteriormente se debe considerar que solo con mediciones eléctricas no se asegura el correcto funcionamiento de la tecnología xDSL, esto principalmente a que las mediciones eléctricas en los pares de cobre están hechas pensado en telefonía, hay una serie de parámetros nuevos a considerar, tales como;

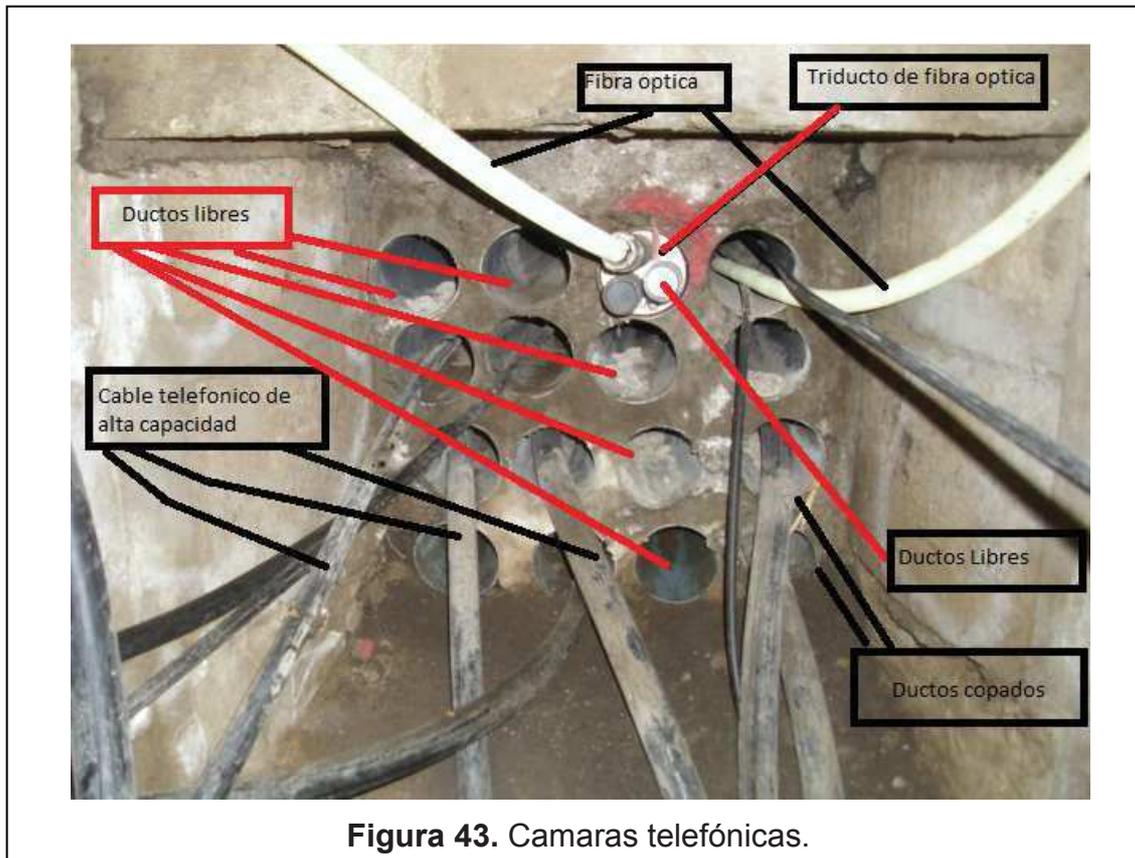
- Interferencias entre pares de cobre.
- Atenuación pero a frecuencias donde opera ADSL.
- Porcentajes de ocupación de los canales ADSL (no más del 80%).
- Señal es a ruido S/N (6-12 dB).

#### **Canalización**

Se realiza una inspección de los ductos que se encuentran en las camaras telefónica, esto es necesario ya que no existir vías o ductos libres, sería

imposible la implementación de nueva fibra óptica que reemplace, a la red de cobre existe.

La Figura 43 muestra los elementos que encontramos en las camaras telefónicas.



Como se muestra en cada una de las figuras se tiene que ver vías libres para hacer el diseño, los problemas que se presentan al realizar la inspección mencionaremos a continuación:

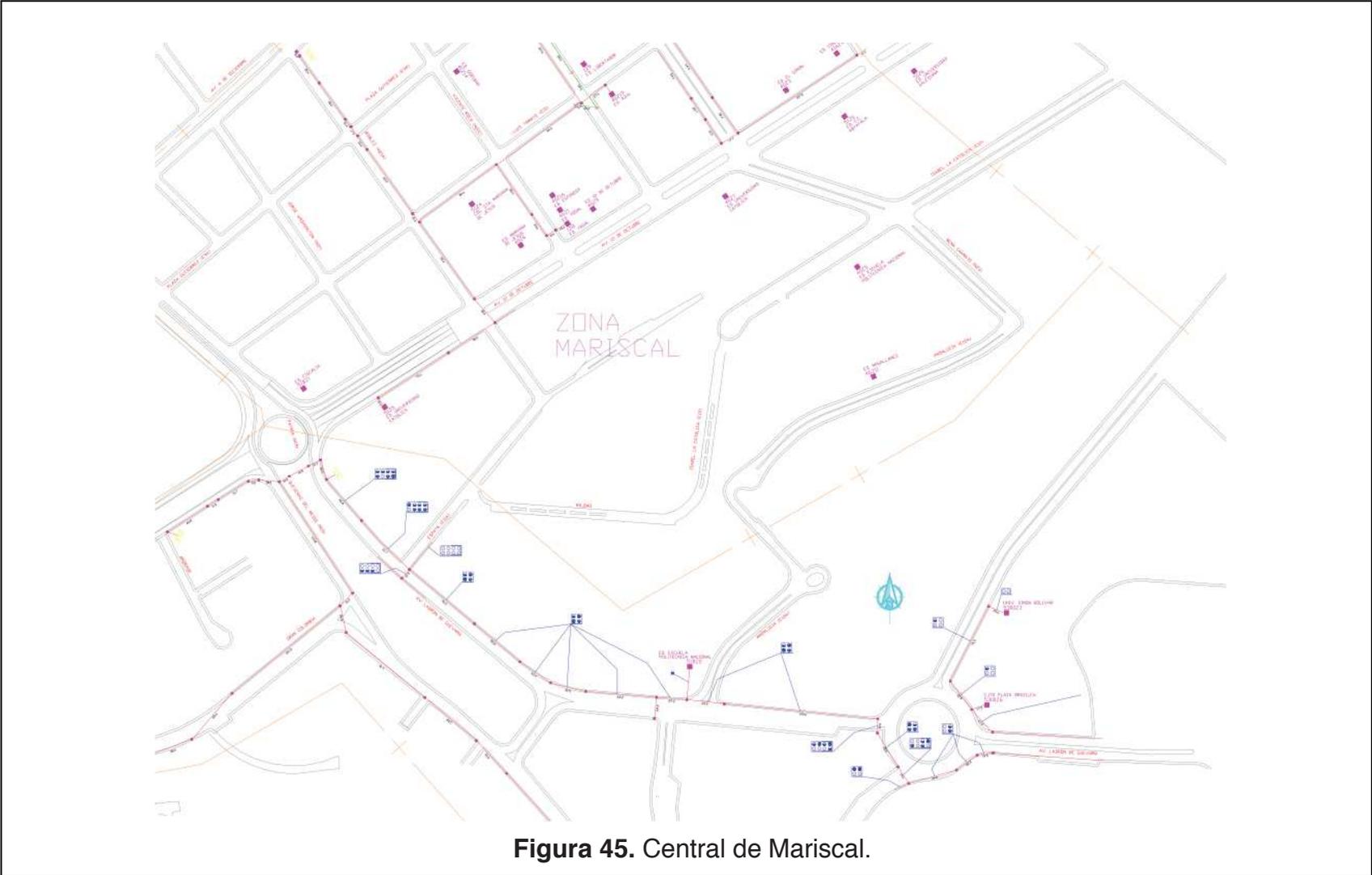
- Los ductos se encuentran llenos lo que impide en paso de nueva fibra para poder dar el servicio, es necesario buscar rutas alternas que estén conectadas como muestra la figura 44.
- Hay algunas camaras telefónicas que no se encuentran en los mapas, por diversos motivos, siendo el más común que haya sido tapado el acceso en el momento que se reconstruyo la calle, por lo que es necesario realizar la verificación desde dos punto distintos si es posible.

- Otro problema que se tiene es que las tapas de las cámaras se encuentran soldadas, esto debido al robo de cable de cobre de alta capacidad que luego es comercializado ocasionado un perjuicio a la empresa y a los clientes que dejan de tener servicio.



**Figura 44.** Ductos en la canalización en cámaras telefónicas llenos.

Realizado la inspección de la canalización, y verificado que exista ductos por donde llevar la fibra óptica, es necesario la actualización de los planos con las distancias y ductos para la futura implementación. Las figuras 45, 46 y 47 muestran los ductos y las distancias de la central de mariscal hacia los Nodos y a los armarios o distritos.



La Figura 45 muestra los ductos y la distancia a los distritos para la implementación de fibra y IPDSLAM.



**Figura 46.** Nodo 3 La Floresta Mariscal

La Figura 46 muestra los ductos y la distancia a los distritos con relación al Nodo de La Floresta, para la implementación de fibra y IPDSLAM. Se debe tomar en cuenta la distancias y la viabilidad en el sector.



Realizado las mediciones y verificaciones se pueden obtener los siguientes resultados:

**Tabla 14.** Mediciones de distancias distritos Central Mariscal Sucre.

| Distritos o Armarios | Disponibilidad | Distancia en Metros | Distancia en ohmios |
|----------------------|----------------|---------------------|---------------------|
| 46                   | SI             | 1520                | 630                 |
| 47                   | SI             | 1800                | 650                 |
| 56                   | SI             | 2200                | 720                 |
| 56A                  | SI             | 2500                | 760                 |
| 56B                  | SI             | 3000                | 800                 |
| 48                   | SI             | 1200                | 570                 |
| 54A                  | SI             | 2700                | 770                 |
| 46A                  | SI             | 1600                | 650                 |

En el sector de la Mariscal centro norte de Quito, es un lugar muy comercial donde la gran afluencia de líneas telefónicas se encuentra en los edificios, y centros comerciales, en los cuales también se realizó la medición y verificación.

La medición está realizada tomando como referencia la central de Mariscal Sucre, pero se pueden tener alternativas como los Nodos de la Floresta y Concorde que también sería una alternativa. Esto disminuirá a la red de acceso de cobre a menos de 300 metros.

El cambio propuesto debe ir acompañado de un equipo que nos permita dar el servicio IPTV, para lo cual se han planteado algunas soluciones:

### **Soluciones adicionales**

La mejor solución de topología de acceso es conectar directamente los IPDSLAM a los equipos de distribución IP/MPLS, que han incorporado nuevas

y mejores facilidades para el soporte de soluciones triple play, tanto en funcionalidades como en capacidades.

Otra alternativa son los equipos MSAM en la actualidad CNT no los está utilizando en toda su disponibilidad, ya que estos equipos para CNT E.P. están prestando servicios de VoIP e Internet en algunos casos. Estos equipos en su concepto son equipos multi-servicios, están diseñados para poder soportar servicios del tipo Triple-Play (Internet, VoIP e IPTV), pueden ser provisionados con distintas tarjetas de línea y prestar servicios de acuerdo a las condiciones técnicas de cada zona.

#### **4.3.2. IP DSLAM**

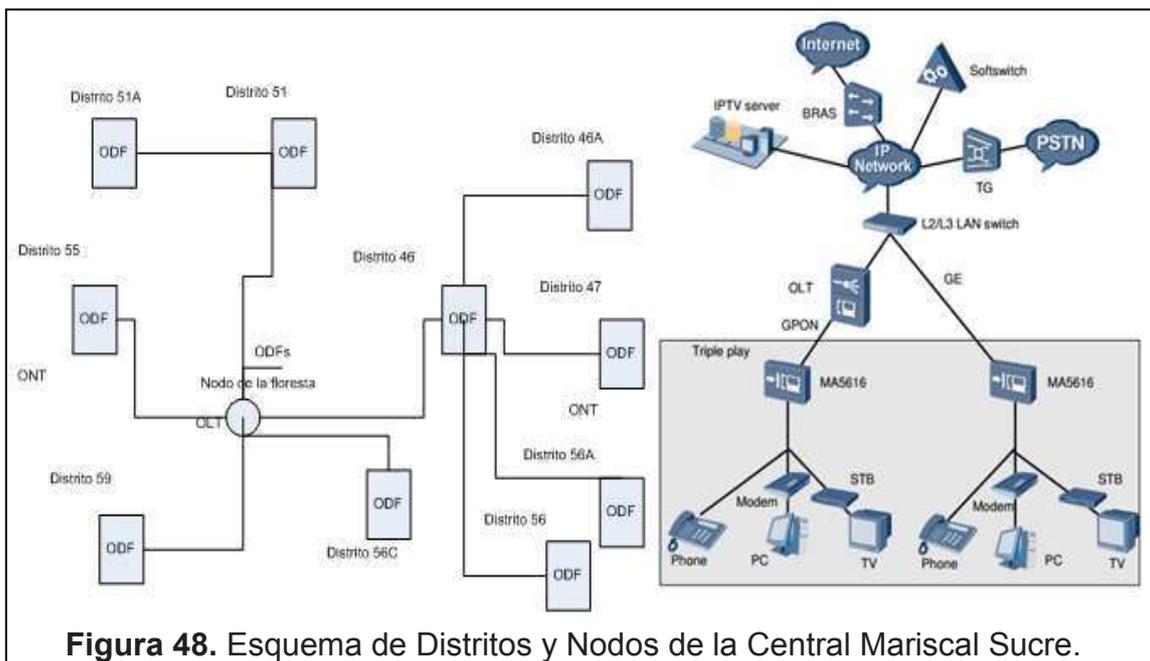
IP-DSLAM es un nuevo protocolo de internet sobre ADSL basado en IP. Los IP-DSLAMs ofrecen ventajas sobre tecnologías tradicionales como el aumento de eficacia, velocidades más rápidas, y gestión mejorada. Por ejemplo, reducen la complejidad de conversión de formatos de datos, solucionan problemas de congestión de tráfico con alta velocidad, tecnología de conmutación Ethernet anti bloqueo, y también proporcionan un buen mecanismo para aplicaciones multicast de vídeo, así como IGMP snooping.

La plataforma IP DSLAM ofrece un conjunto completo de servicios de voz y de banda ancha IP a través de cobre y fibra para áreas de servicio de las pequeñas y medianas de hasta 300 clientes. Incluye múltiples funcionalidades, se puede instalar en armarios calle remotas o dentro de los edificios como una unidad MDU / MTU. El sistema soporta una amplia gama de interfaces de servicios, incluyendo xDSL (ADSL2+, VDSL2 y SHDSL), GPON, Giga bit Ethernet sobre fibra óptica y la voz.

### 4.3.3 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

El presente Proyecto, busca una solución que más le convenga de acuerdo a los intereses técnicos y económicos de la empresa.

Se realiza una estimación de los costos para la implementación de este Proyecto, con el propósito de determinar la factibilidad de éste, con respecto al sistema actual.



**Tabla 15.** Muestra la distancia que existe a cada uno de los distritos en metros, desde la central más cercana.

| Referencia Origen   | Referencia destino | Distancia en metros |
|---------------------|--------------------|---------------------|
| Nodo de la Floresta | Distrito 51        | 1423,2              |
| Nodo de la Floresta | Distrito 51A       | 1263,2              |
| Nodo de la Floresta | Distrito 55        | 420,5               |
| Nodo de la Floresta | Distrito 59        | 465,5               |
| Nodo de la Floresta | Distrito 56C       | 260,0               |
| Nodo de la Floresta | Distrito 46        | 889,4               |

|             |              |       |
|-------------|--------------|-------|
| Distrito 46 | Distrito 56A | 451,9 |
| Distrito 46 | Distrito 46A | 345   |
| Distrito 46 | Distrito 47A | 447   |
| Distrito 46 | Distrito 56  | 429   |
| Distrito 46 | Distrito 47  | 268,1 |

## COSTOS DE LOS EQUIPOS

En el presente Proyecto de Titulación, se han considerado los costos referenciales proporcionados por empresas que presentan soluciones de acuerdo a los requerimientos de la red de la C.N.T. E.P. Tomando en cuenta los 6 distritos más alejados del sector de la Floresta.

**Tabla 16.** Costo de equipos.

| UNIDAD DE PLANTA   | U | Cantidad | Precio   |         |
|--|---|----------|----------|---------|
|  |   |          | Unitario | Total   |
| SUMINISTRO Y EJECUCIÓN DE EMPALME SUBTERRÁNEO POR FUSIÓN 48 FIBRAS ÓPTICAS | U | 1        | 473,89   | 473,89  |
| IDENTIFICADOR ACRÍLICO DE FIBRA ÓPTICA CANALIZADO 8x4 CM<br>2 id x cd pozo | U | 28       | 5,02     | 140,56  |
| MANGUERA CORRUGADA<br>4mts x cada pozo                                     | U | 56       | 1,68     | 94,08   |
| ODF G.652 MSAM 6 puertos   | U | 6        | 291,67   | 1750,02 |
| ODF G.652 Central 48 puertos   | U | 1        | 950,40   | 950,40  |
| PORTA RESERVAS FIBRA OPTICA<br>POZO cada 500 mts 1 reserva de 30m          |   | 5        | 22,04    | 110,2   |
| PRUEBA UNIDIRECCIONAL DE TRANSMISIÓN FIBRA ÓPTICA (POR                     | U | 12       | 8,14     | 97,68   |

|  |   |      |       |          |
|--|---|------|-------|----------|
| PUNTA, POR FIBRA, EN 1 VENTANA)                                |   |      |       |          |
| SUMINISTRO Y FUSIÓN DE PIGTAIL<br>FC/PC G652 EN ODF            | U | 12   | 7,49  | 89,88    |
| TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 6<br>FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652  | m | 7210 | 2,08  | 14996,80 |
| TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 48<br>FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652 | m | 7210 | 3,27  | 10300,50 |
| EQUIPO MSAM 5616   | U | 6    | 7000  | 42000    |
|  |   |      | TOTAL | 71004.01 |

### **COSTOS ADICIONALES**

### **COSTOS DE INGENIERÍA**

Los costos de ingeniería, son muy importantes a considerar, ya que corresponden a los honorarios que la empresa tendrá que cancelar a la persona encargada del estudio de las otras locaciones.

- El estudio de campo y verificación de infraestructura, se evalúa de acuerdo a la factibilidad de acceso a la localidad.
- El costo del diseño incluye: estudio de la situación actual, estimación de demanda, mapas y perfiles topográficos, esquemas de la red, selección de equipos y demás aspectos a considerar en el diseño.

### **COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Los costos de operación y mantenimiento son muy importantes a considerar, ya que serán los que se pagarán mensualmente durante todo el tiempo de vida del nuevo sistema, el cual será realizado por el personal de la C.N.T. E.P.

## EVALUACIÓN DEL PROYECTO

En toda empresa, es necesario realizar la evaluación del Proyecto para así determinar su viabilidad, considerando varios aspectos que permitan determinar en qué medida el Proyecto va a ser rentable.

En el estudio de la viabilidad económica se pretende definir, mediante la comparación de los beneficios y costos estimados del Proyecto, si es recomendable su implementación y posterior operación.

### Relación Costo-Beneficio

La Relación Costo-Beneficio (B/C) consiste en identificar los beneficios y los costos del proyecto. Si los beneficios exceden a los costos el proyecto debe realizarse, en caso contrario, se rechaza.

Si tomamos los beneficios y los costos generados a partir del Año 1, se tiene que

la relación B/C es:

96 Puertos de ADSL

6 Equipos MSAM

Tarifa básica 1Mbps = 18 dólares mensuales

1 año= 12 meses

$B=96 \times 6 \times 18 \times 12=124416$

30%C= costo gestión de equipos

$C=71004.01+ (30\%C) = 92305,213$

$B / C = 124416 / 92305,213$

$B / C = 1.34$

Puesto que la relación  $B/C > 1$ , se considera que el proyecto es factible para C.N.T E.P.

## Capítulo 5

### 5.1 MARCO REGULADOR

#### 5.1.1 REGULACION Y NORMATIVAS IPTV

Tradicionalmente el mercado de la IPTV no ha aceptado normalizaciones internacionales, pero cada vez está más claro su posible impacto. Dado el significativo incremento de hogares con IPTV, ésta necesita normalizarse. Cada vez son más numerosas las organizaciones que colaboran con el proyecto DVB para aportar al mundo de la IPTV el nivel de normalización adecuado.

#### 5.1.2 REGULACIÓN DE LA IPTV A NIVEL MUNDIAL

En Abril del 2006, los miembros de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T) acordaron establecer, según las provisiones de la recomendación A.7, un grupo de enfoque (*Focus Group*) en IPTV, cuyo grupo padre sería el Grupo de Estudio 13, y que se establecería una Actividad de Coordinación Conjunta (JCA) entre la administración de tales grupos para proveer una interfaz para el IPTV *Focus Group*.

La página del IPTV Focus Group (<http://www.itu.int/ITU-T/IPTV/index.phtml>) contiene los detalles de las actividades y los resultados obtenidos por tal grupo, pero ya el grupo fue disuelto en Enero del 2008, por lo que se propuso que el trabajo subsiguiente se realizara bajo la sombrilla de la Iniciativa de Estándares Globales (IPTV-GSI). Durante todo este tiempo, se han ido desarrollando una serie de estándares, que han ido desde las definiciones de arquitecturas de alto nivel y marcos de referencia, hasta especificaciones más detalladas, lo cual permite a los fabricantes de equipos desarrollar sus productos de forma estandarizada.

## Normas ITU para IPTV

- **Rec. H.622.1.-** Arquitectura y requerimientos funcionales para redes caseras soportando servicios IPTV.
- **Rec. H.701.-** Recuperación de errores en el entrega de contenido para servicios de IPTV.
- **Rec. H.720.-** Descripción general de dispositivos terminales y sistemas finales de IPTV.
- **Rec. H.721.-** Dispositivo Terminal IPTV: Modelo básico.
- **Rec. H.750.-** Especificación de alto nivel para los metadatos de los servicios IPTV.
- **Rec. H.760.-** Descripción general de Estructuras de Aplicaciones Multimedia para IPTV.
- **Rec. H.761.-** Lenguaje de Contexto Anidado (NCL) y Ginga-NCL para IPTV.
- **Rec. Y.1910.-** Arquitectura Funcional IPTV.

También, en el 2007 varias compañías grandes de telecomunicaciones y equipos (AT&T, Ericsson, France Telecom, Panasonic, Philips, Samsung, Siemens, Sony, y Telecom Italia) se unieron para fundar el *Open IPTV Forum*, un consorcio cuyo objetivo es definir una especificación de interoperabilidad punta a punta para servicios de IPTV, con el objetivo de acelerar el desarrollo de las tecnologías así como maximizar los beneficios hacia los usuarios, operadores de red, proveedores de contenido, proveedores de servicio, y fabricantes de equipos electrónicos.

## Situación regulatoria de IPTV en el mundo

A fin de ayudar a situarnos en este contexto, vamos a presentar una descripción de los distintos modelos regulatorios que rigen en el resto del mundo.

**Estados Unidos.**- El regulador estadounidense (FCC) se ocupa sin resultados consolidados a la fecha de determinar si IPTV debe ser clasificado como un servicio de telecomunicaciones o un servicio de información. La trascendencia del asunto radica en la carga regulatoria que aplica en caso de considerarse uno u otro (más livianas en caso de considerarse como un servicio de información).

Desde 2005, y ante la necesidad de contar con seguridad jurídica, los operadores de telecomunicaciones han solicitado la revisión del Telecommunications Act de 1996, de tal forma que la regulación responda a las características propias de la IPTV, que hacen de ella una tecnología comparable al servicio desregulado de Internet ya que llega al usuario final a través de un sistema de comunicaciones IP de doble vía, permitiendo interactividad entre el operador y el usuario e incluso entre varios usuarios del servicio.

**Unión Europea.**- En el caso de la Comunidad Europea, existe una separación entre el ente regulatorio de las habilitaciones para la prestación del servicio y la regulación del contenido de los servicios audiovisuales (Directiva 1989/552/CE, 1997/36/CE y 2007/65/CE), que estructura el marco regulatorio de las actividades de radiodifusión. Sin embargo, no existe entre los países un consenso respecto a cómo clasificar el servicio IPTV.

**Austria.**- IPTV no recibe el tratamiento de servicio de radiodifusión, debido a que requiere de interacción entre la red y el cliente para establecer el canal de transmisión. Sólo las tecnologías en las cuales basta encender un dispositivo para recibir directamente el contenido son consideradas tecnologías de radiotransmisión. Se trata de un servicio de contenidos que se envían a través de un servicio de comunicaciones electrónicas como Internet.

**España.**- La regulación analizó los diferentes componentes del servicio, determinando que los "Servicios de contenidos e interactividad" son servicios

de comunicación electrónica regulados bajo la Ley General de Telecomunicaciones (2003). Sin embargo por tratarse de mercado emergentes no se impusieron obligaciones específicas.

**Finlandia.-** IPTV no se enmarca dentro del marco regulatorio de servicios de radiodifusión. De acuerdo con el Act on Radio and Television Operations (1998), no se requiere de una licencia individual para prestar este servicio debido a que la red pública de telecomunicaciones no es equiparable a la red terrestre de comunicaciones masivas, de conformidad con el Communications Market Act (2003).

**Alemania.-** IPTV es catalogada como un servicio de radiodifusión y se le aplica el marco regulatorio de estos servicios. La definición de radiodifusión es muy amplia. Es definida como “prestación y distribución de señales de audio y video, de cualquier tipo, para ser recibidas por el público general, usando ondas electromagnéticas, bien con tecnologías inalámbricas o cableadas.”

**Francia.-** No se ha establecido un marco regulatorio específico para IPTV. De acuerdo con el Consejo Superior Audiovisual, IPTV es considerado como un servicio de radiodifusión, mientras que para la Autoridad de Regulación de Comunicaciones Electrónicas y Postales, se trata de un servicio de telecomunicaciones prestado a través de Internet.

**Irlanda.-** No existe un marco regulatorio específico para IPTV. Los operadores de IPTV sólo requieren una autorización general para prestar el servicio. Si sólo se transmite contenidos ya existentes y no existe actividad de producción audiovisual vinculada, no se requiere licencia de radiodifusión.

**Suecia.-** No existe un marco regulatorio específico para IPTV. Si bien el tratado como un servicio de radiodifusión, únicamente se requiere licencia de radiodifusión si el proveedor realiza producción audiovisual.

**Latinoamérica.-** A pesar de que distintos operadores han hecho públicas sus intenciones de ofrecer los servicios IPTV, no se pueden observar grandes intentos de establecer un marco regulatorio para la prestación de los mismos en muchos de los países de Latinoamérica.

**Chile.-** la autoridad regulatoria, SUBTEL, no ha expedido un marco regulatorio específico. Actualmente es tratado de forma análoga a la Televisión por Cable, que se encuentra definido como un Servicio Limitado de Telecomunicaciones.

**Perú.-** El regulador OSIPTEL anunció que en el año 2008 se definiría un marco regulatorio actualizado con fundamento en la neutralidad tecnológica como principio rector y diseñado con esquemas regulatorios flexibles para la promoción de los servicios que se prestan a través del protocolo IP.

**Colombia.-** No se ha establecido un marco regulatorio específico para IPTV, sino que se encuentra en estado de Consulta Pública. De acuerdo con el Ministerio de Comunicaciones, IPTV es considerado un servicio de valor agregado de telecomunicaciones, mientras que para la Comisión Nacional de Televisión, se trata de un servicio de radiodifusión.

**Brasil.-** Su autoridad regulatoria, ANATEL, decidió liberalizar la prestación de servicios de IPTV con fundamento en la Ley de la Convergencia de las Comunicaciones Digitales.

### **5.1.2 REGULACIÓN DE LA IPTV EN ECUADOR**

En Ecuador IPTV es un servicio que al igual que la televisión por cable, televisión codificada terrestre y codificada satelital se acogen a un mismo reglamento, destinadas exclusivamente a un público particular de suscriptores o abonadas.

### **5.1.2.1 SISTEMA DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN**

La televisión por cable transmite por línea física señales de audio, video y datos, destinadas exclusivamente a un grupo particular privado de suscriptores o abonados del sistema, que disponen de receptores de estas señales. Está formado por la estación transmisora, la red de distribución por línea física, los decodificadores de ser el caso y los receptores de abonado.

El IPTV está formado por la estación transmisora Head End, la red de distribución por línea física, red acceso y los equipos terminales del cliente (setup box). Generalmente la red de acceso por cable es cable coaxial o cable neoprem de dos hilos para conexiones telefónicas, también puede ser fibra óptica o cualquier otro medio físico que transporte las señales desde la estación transmisora hasta los receptores.

"La aprobación técnica de las estaciones de televisión por cable, se basa en el Reglamento para Sistemas de Audio y Video por Suscripción, Registro Oficial N° 325 de 24 de noviembre de 1999, de la Ley y Reglamento de Radiodifusión y Televisión vigente." SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES DEL ECUADOR, Información Básica –Televisión por cable.

[www.supertel.gov.ec/cau.htm](http://www.supertel.gov.ec/cau.htm)

### **5.1.3 ANALISIS DE LA REGULACIÓN IPTV**

Para tener una idea más clara del futuro de la regulación de la IPTV hay que tener en cuenta que la IPTV es la unión de los servicios de telecomunicaciones por un lado y servicios de televisión por otro. Por lo que es necesario analizar algunas diferencias que existe entre el IPTV y servicio de cable.

En primer lugar, un sistema IPTV emplea una red interactiva de dos vías, en oposición a un sistema de transmisión unidireccional. IPTV es un servicio de Internet, incluso cuando se ve exactamente lo mismo que otros programas de

televisión. Un cliente a un servicio de IPTV utiliza un set-top box determinado señales de vídeo individuales del proveedor de servicios de IPTV. Por lo tanto, el cliente controla las señales de vídeo que él desea acceder.

La red interactiva de dos vías difiere significativamente de la funcionalidad de la red de transmisión unidireccional de un sistema de televisión por cable. Una red de un solo sentido transmite un conjunto completo de canales de video a un decodificador de un abonado todos al mismo tiempo. En un sistema de un solo sentido, un suscriptor recibe las señales de vídeo en un horario fijo, a excepción de Video on Demand ("VOD"). Por el contrario, en un sistema de IPTV, un suscriptor puede obtener la programación de video cada vez que él decide verlo.

En cualquier caso, la mayoría de los programas ejecutados por los sistemas de cable no están en la demanda, pero se transmiten basa en la programación fija de una red de televisión por cable o fuente del programa. La red de cable o fuente del programa es el proveedor de contenido. Las cadenas de televisión (así como otros proveedores de cable de contenido del programa), que proporcionan el contenido, por lo general establece su programación en tiempos específicos para la entrega por un sistema de cable.

Además, en un sistema de cable, el operador de cable está en el control de la selección y la distribución de contenido de programación a los abonados, y el contenido está normalmente disponible para todos los abonados al mismo tiempo. En un sistema IPTV, el abonado tiene un control completo de la selección de la programación que él tiene la intención de ver.

Este punto nos lleva al segundo elemento diferenciador. Sistemas de IPTV ofrece una mayor variedad de contenido de programación de los abonados a un sistema de cable puede tener la esperanza de recibir. Por lo tanto, un sistema de IPTV puede ofrecer cientos de canales de programación, todos en la demanda, debido al uso del sistema IPTV de ancho de banda digital. El

número de canales de un sistema IPTV pueden ofrecer sólo está limitado por la cantidad de ancho de banda que un suscriptor tiene disponible a través del proveedor del abonado de banda ancha de acceso.

Un sistema de IPTV utiliza una conmutación de paquetes del protocolo de Internet IP en lugar de una red de difusión. En un sistema de IPTV, toda la programación de video se lleva a cabo en una ubicación central, y sólo la programación que el suscriptor elija se entrega realmente. El proveedor de IPTV también tiene la capacidad de añadir mucho más opciones de programación o de datos de los que un proveedor de sistema de cable que no está utilizando IPTV.

La IPTV permite la integración de una variedad de servicios de telecomunicaciones. Por lo tanto, la IPTV puede ser fácilmente agrupada con una alta velocidad de Internet de banda ancha de servicios de datos, así como Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP) el servicio telefónico.

Por último, la IPTV permite un mayor nivel de alarma y los servicios de seguridad, la vigilancia especial de vídeo para edificios comerciales que reciben IPTV integrado con otros servicios de telecomunicaciones.

La IPTV debe ser objeto de un amplio de debate, y el impacto que puede tener en el futuro, además de la legislación que afecta a los servicios de vídeo tradicionales.

## CAPITULO 6

### 6.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1.1 CONCLUSIONES

- Se debe pensar en la conveniencia de cambiar a un modelo regulatorio que sea convergente, por redes, no por servicios que se brinda.
- IPTV es un servicio que por las altas inversiones que se requiere, es difícil de introducir como único negocio, su factibilidad crece si se utiliza infraestructura existente en forma compartida y con economías de escala en el acceso al cliente.
- El modelo de negocios de la empresa que introduce IPTV debe considerar muchos aspectos nuevos, entre ellos, el grado de integración, si entra empaquetado con otros servicios, su participación en la provisión de contenidos, y la elección de la tecnología de su infraestructura.
- El triple play es una opción interesante para incrementar la rentabilidad de operadores de TV Cable y Telefonía fija, y debe considerarse que es un motivador del IPTV y por lo tanto, la posibilidad de una oferta única triple play –IPTV.
- La introducción de nuevas tecnologías y los contenidos en red hacen a la industria más compleja, aumentando los riesgos para las transacciones, lo que exige medidas de seguridad para minimizarlos.
- La calidad del servicio y la calidad de la experiencia son importantes parámetros en el área de la IPTV. Al contrario que en el mundo de datos, la sensibilidad del usuario final a video es bastante alto para es necesario que la red para ser optimizado para la entrega de vídeo.
- Una combinación de portadora Ethernet en el núcleo y en el acceso DSL es una arquitectura de transporte común para La entrega de IPTV.

- Para que la IPTV exitoso y perfecto como por las expectativas, tiene que garantizar la interoperabilidad entre todos los bloques de construcción.
- Para IPTV en la necesidad del momento es ganar la aceptación en masa y para llegar al éxito óptimo técnico y comercial. Para lograr esto, el mercado de IPTV debe hacerse libre de soluciones cerradas que pueden dificultar los siguientes tres objetivos: la innovación, el desarrollo y la competencia.

### **6.1.2. RECOMENDACIONES**

- La red debe poseer delimitadores claros con políticas que permitan garantizar la seguridad de la misma red.
- Ningún equipo de red debe ser alcanzado desde las redes de clientes y/o servicios de internet o datos.
- La gestión de los equipos de red solo debe ser administrado desde la red interna dedicada a esta función.
- Los equipos de red solo deben responder a protocolos o requerimientos de gestión (Telnet, SSH, SNMP, etc.) y ICMP de los segmentos de red de las plataformas de gestión.
- Los equipos de red deben poseer por lo menos tres niveles de gestión, administrador, supervisor y operador.
- La utilización de cuentas robustas para la autenticación de usuario y de clave.
- No solo confiar en las políticas de seguridad de los equipos y/o firewall delimitadores de redes y plataformas. También se debe considerar seguridad en los equipos finales (modem y CPE).
- Manejo de cuentas en servidor centralizado.
- Utilización de UPS y/o generadores eléctricos, utilización de líneas independientes de suministro, uso de fuentes redundantes en los equipos, etc.

## REFERENCIAS

Añazco, B., Guzmán, L. (2007). *Análisis de arquitecturas existentes para sistemas VoD y diseño de Redes de acceso para proveer el servicio de video en demanda y de valor agregado para el Grupo TV Cable*. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Arévalo, S. (2010). *Proyecto de tesis sobre sistemas IPTV*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.

Cachinero, J.A. (2009). *Análisis y modelado multicast interdominio para el soporte de servicios de video*. Madrid, España: Universidad Técnica de Madrid.

Campos, F. (2010). *Modelos de televisión pública europea y latinoamericana*, [http://www.ciespal.net/chasqui/index.php?option=com\\_content&view=article&id=44:modelos-de-television-publica-europea-y-latinoamericana&catid=36:portada&Itemid=27](http://www.ciespal.net/chasqui/index.php?option=com_content&view=article&id=44:modelos-de-television-publica-europea-y-latinoamericana&catid=36:portada&Itemid=27),2010.

Córdoba, C., Herrera, R. (2011). *Tecnología IPTV*, <http://es.scribd.com/doc/40568525/355a-IPTV-Roberto-Herrera-Carlos-Cordoba>.

Crovella, M., Bestavros, A. (1997). "Self Similarity in www. Traffic: evidence and possible causes", *IEEE/ACM Trans on networking*, vol. 5, no 7.

Díaz, A., Merino, P. (2009). *Un estudio practico del rendimiento del servicio de Streaming de Video sobre redes móviles GPRS/UMTS*. Málaga, España: Universidad De Málaga.

Feijóo, I. (2011). *Estudio comparativo y panorama futuro de las plataformas de transmisión de televisión digital*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.

Hernández, C., Pedraza, L. (2008). *Aplicaciones de las series de tiempo en modelos de tráfico para una red de datos*, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.

Jarrin, M. (2011). *Información básica: televisión abierta y pagada*, <http://www.supertel.gob.ec/index.php/Radiodifusion-Television-y-Audio-y-Video-por-susc/informacion-basica-television-abierta-y-pagada.html>.

Latacunga, C. (2009). *Estudio de los mecanismos de protección y restauración de las redes de nueva generación basadas en MPLS*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.

Melaños, C. (2009). *Diseño de un sistema de televisión sobre IP para la empresa portadora Telconet, para la zona urbana del distrito metropolitano de Quito*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.

Morales, A. (2010). *Diseño de la red para interactividad en televisión digital terrestre e IPTV en el campus ESPE*. Sangolquí, Ecuador; Escuela Politécnica del Ejército.

Moumtadi, F., Escobar, M., López, R., Landeros, S. (2008) *Reducción del retardo en el cambio de canal en servicios IPTV*. México : UNAM.

Orbe, C. (2010). *Estudios de migración de sistemas de audio y video por suscripción bajo la modalidad de cable físico a IPTV con sugerencias en el ámbito regulador*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.

Sánchez, E. (2008). *Implementación de IPTV a través de enlaces de internet banda ancha (Televisión sobre IP)*. Guatemala: Universidad De San Carlos De Guatemala.

Santos, A. (2009). *Estado del arte en IPTV*. Vigo, España: Universidad De Vigo.

Velásquez, J. (2010). *Estudio de una red IP/MPLS para agregar servicios de televisión IP en operadoras telefónicas fijas tradicionales para usuarios residenciales mediante tecnologías XDSL para la ciudad de Quito*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.

Vega, J., Sabogal, G. (2006). *Análisis de trazas de video MPEG-4*. Bogotá, Colombia: Fundación Universitaria Manuela Beltrán.

Villarreal, A. (2011). *Análisis de alternativas de arquitecturas de transporte para IPTV*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.

Viloria, C., Freja, J., Donoso, Y. (2008). *Análisis de rendimiento de la transmisión de IPTV sobre ADSL, Wifi y LAN extended*. Barranquilla, Colombia: Universidad del norte.

**ANEXOS**

Formulario de Encuesta tesis de Grado  
Dispone de Televisión por Suscripción o Pagada.

Si  NO

Tipo de TV por suscripción

Satelital  Por Cable  IPTV  Otro

Dispone de canales en HD (high Definition)

Si  NO

Calidad de servicio

Excelente  bueno  regular  malo

Prefiere la programación

Nacional  Internacional

Prefiere transmisiones de televisión

SD( transmisión Habitual)  HD Alta definición  No nota la diferencia

Tipo de televisor dispone

- Televisor tradicional
- Televisor LCD
- Televisor Plasma
- Televisor LED
- Televisor Holográfico ( o 3D)
- Dispone de otros equipos HD(blu-ray, DVD HD, PlayStation3,etc)

Sugerencias: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## ANEXO 2

### IP DSLAM

#### 48-Port ADSL 2/2+ IP DSLAM



#### Key Features

- 48-Port ADSL / ADSL2 / ADSL2+ Subscriber Interface with Built-in POTS Splitter
- DMT data rate: Downstream up to 25 Mbps / Upstream up to 3Mbps
- 2 x 1000Base-T or 2 x mini-GbE Uplink Interfaces
- Web-based GUI Management
- Local RS-232 CLI and Ethernet SNMP / Telnet / SSH Management.

The PLANET IDL-4802 is a 48-Port ADSL/ADSL2/ADSL2+ mini IP DSLAM which equips with combo electrical (RJ-45) and fiber optical (SFP) uplink interfaces offering scalable and easy deployment for the network with small ADSL environment. With the built-in POTS splitter subscriber ports, the IDL-4802 performs a cost-effective solution for network service providers to offer multiple subscribers excellent services.

Moreover, the IDL-4802 supports local and remote managed capabilities of CLI, SNMP, and Telnet via RS-232 console port and Web GUI management interface. Via user-friendly Web GUI, the IDL-4802 can be managed by workstations running standard web browsers that provide the easy-to-use operation and convenient maintenance.

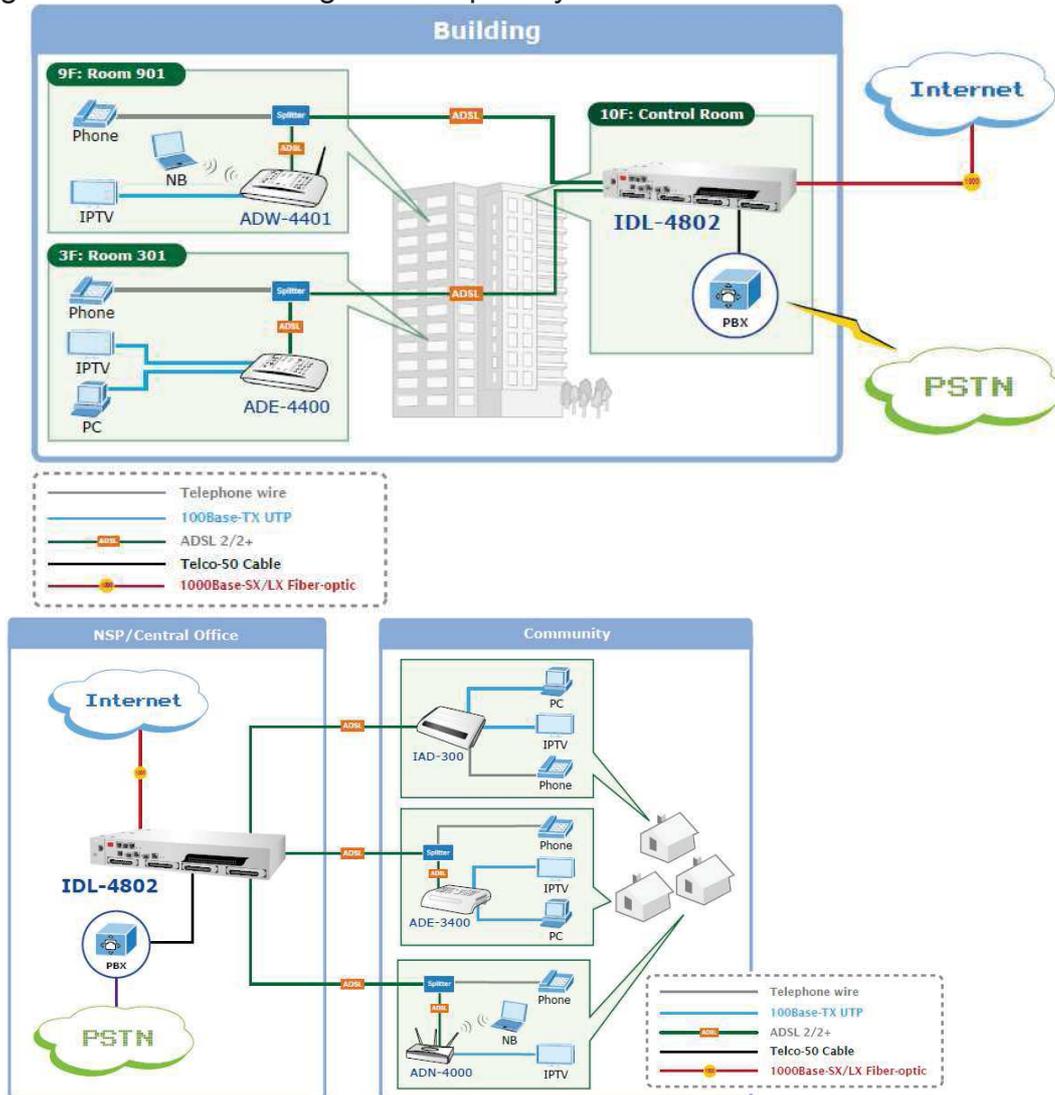
To enhance the network security, the PLANET IDL-4802 also provides features such as QoS, VLAN, Multicast, Bandwidth Management, Traffic Prioritization, and Access Control List. With the advanced QoS features, the IDL-4802 is an ideal solution for next generation broadband network to deliver rich video contents, DSL, POTS, and VoIP service over ADSL2+ connection.

- Firmware Upgradeable via FTP
- Configuration Backup and Restoration via TFTP
- Supports IPsec / L2TP / PPTP VPN Pass-through
- Supports 4K MAC address
- Supports IEEE 802.1q Tag-based VLAN and Protocol-based VLAN
- Layer 2 / 3 Filtering Based on MAC, IP, Protocol, Port Number and Ether Type
- Access Control List by MAC / IP / Protocol / Port number
- Traffic prioritization (802.1p)
- Supports IGMP Snooping / Proxy per IGMP v1, v2, and v3
- FAN Alarm Indicating
- Temperature Monitoring and System Overheating Trap Functionality
- Supports IEEE 802.1d Spanning Tree Protocol and IEEE 802.3ad Link Aggregation.

## Applications

### Perfect solution for NSP (Network Service Provider) to offer broadband services

The PLANET IDL-4802 offers the benefit of high performance to central office co-location and MTU (Multi-Tenant Unit) / MDU (Multi-Dwelling Unit) markets. It provides service of broadband data over existing copper wires without affecting the conventional voice service by 48 subscriber ports with built in POTS splitter. The PLANET IP DSLAM is the perfect solution for NSP with cost-effective and high-value central management capability.



**Specification**

Product 48-Port ADSL 2/2+ IP DSLAM

Model IDL-4802 / IDL-4802-48

**Hardware Specification**

Case 1.5U high box-type with a rack-mountable enclosure

Ports Uplink 2 x RJ-45

(10/100/1000Base-T)

2 x SFP (1000Base-T/SX/LX/EX/ZX/LHX)

MGMT 1 x RJ-45

(10/100Base-TX)

Console 1 x RJ-45 (RS-

232 serial port, 9600, 8, N, 1)

LINE 2 x RJ-21 connectors

PHONE 2 x RJ-21

connectors

Fan 2 x RJ-45

HK 1 x RJ-50

1 x SYS LED

1 x ALM LED

LED Indicators

2 x Uplink LEDs

48 x ADSL LEDs

**Software Specification****System**

Subscriber interface with built-in

POTS splitter

Downstream DMT data rate up to 25 Mbps

Upstream DMT data rate up to 3

Mbps (Annex M)

Distance up to 18 kft

8 PVCs per xDSL port

DHCP forward

DHCP relay agent

PPPoE relay

IPSec/L2TP/PPTP VPN pass-through function

PPPoA to PPPoE inter-working

**Bridge Function**

Supports IPv4 packet

Supports IEEE802.1d Ethernet bridge function between trunk Ether port and ATM VCs.

Supports static source MAC table provisioning, automatic source MAC learning and block duplicate ones

Supports 4K static MAC address table

128 MAC address per x DSL port

Supports IEEE802.1d Ethernet bridge function between trunk Ether port and ATM VCs

Supports Rapid Spanning Tree

Protocol (RSTP) for the trunk interfaces per IEEE 802.1w

Support Link Aggregation in IEEE

802.3ad for 2 GBE links to be

aggregated together as a logical link

Support both LACP protocol

(dynamic) for load sharing and

failover in case of loss of Ethernet link

**VLAN Function**

IEEE 802.1q Port-based / Protocol-based VLAN

512 non-stacked VLAN-ID

simultaneously ranging from 1 to 4095

VLAN stacking and VLAN cross-connect

IP Spoofing prevention

MAC anti-Spoofing

Port isolation functionality

Static VLAN group and membership provisioning

**Multicast Function**

IP multicast forwarding

Complies with RFC2684 bridged payload encapsulation mode

Up to 256 multicast groups and 512 copies simultaneously

Up to 48 profile-based Multicast Access Control

Limit maximum number of IGMP groups joined per bridge port

IGMP snooping / proxy per IGMP v1, v2, and v3

IGMP proxy and IGMP snooping Selection

## **MA5616**

The SmartAX MA5616 multi-dwelling unit (MDU) has the following features: high access density, superior processing, high reliability, easy maintenance, energy saving, and an architectural design with an eye on the future.

The MA5616 provides ADSL2+, VDSL2, SHDSL, POTS, FE, P2P, ISDN, and combo user ports, and it supports dual upstream transmission channels through auto-adaptive GPON and GE ports. The MA5616 can be installed indoor and outdoor in a range of locations, such as in corridors and cabinets, and can be used in fiber to the curb (FTTC), fiber to the building (FTTB), mini-DSLAM, and mini MSAN scenarios.

The MA5616 focuses on providing services for communities with a high population density and small to medium enterprise users.

### Features

#### **High Access Density**

The MA5616 supports 64-port POTS boards, 32-port combo boards, 24-port VDSL2 boards, 16-port SHDSL boards, 16-port FE boards, and ISDN boards to meet different application requirements.

#### **High Reliability**

The MA5616 can work in temperatures as low as -40°C and as high as 65°C for extended periods of time, and it has a 6-kV surge protection capability, both of which are better than the industry standard. In addition, the corrosion-proof design of the service boards extends the device's life, and a redundancy fan design ensures that the MA5616 continues to work properly if a single fan fails.

#### **Easy Maintenance**

Software commissioning is not required to install the MA5616, which shortens the service provisioning phase. The MA5616 supports remote fault location, device commissioning, software upgrade, device information collection, and service recovery, facilitating its maintenance.

#### **Energy Saving**

The MA5616 uses a highly efficient power supply system to reduce system power consumption. Thanks to intelligent fan adjustment technology, when the system is idle, the fan rotating speed is automatically adjusted to reduce power consumption. A high-performance chipset also reduces chipset power

consumption of the MA5616. Moreover, Huawei's patented line energy-saving technology reduces the power consumption of subscriber lines.

### **Future-Oriented Architectural Design**

The MA5616 software and hardware systems can be seamlessly upgraded to larger-capacity systems to fluidly meet future service requirements.

#### **Applications & Benefits**

The MA5616's high-density and multi-service platform help reduce operator expenditure on parts, and its plug-and-play feature helps increase service provisioning efficiency and reduce deployment costs.

The high reliability of the MA5616 helps reduce device maintenance costs, and its service emulation and remote fault location features help reduce operation and maintenance costs.

With its energy-saving design, the MA5616 uses energy more efficiently, which in turn increases profitability.

**ANEXO 3****REGLAMENTO DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN  
(Resolución No. RTV-816-27-CONATEL-2010)****CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES - CONATEL****Considerando:**

Que, la Constitución de la República en su artículo 84 establece que "La Asamblea Nacional y todo órgano con potestad normativa tendrá la obligación de adecuar, formal y materialmente, las leyes y demás normas jurídicas a los derechos previstos en la Constitución y los tratados internacionales, y los que sean necesarios para garantizar la dignidad del ser humano o de las comunidades, pueblos y nacionalidades. En ningún caso, la reforma de la Constitución, las leyes, otras normas jurídicas ni los actos del poder público atentarán contra los derechos que reconoce la Constitución.";

Que, la Constitución de la República del Ecuador en el artículo 226 prescribe que, "Las instituciones del Estado, sus organismos, dependencias, las servidoras o servidores públicos y las personas que actúen en virtud de una potestad estatal ejercerán solamente las competencias y facultades que les sean atribuidas en la Constitución y la ley.";

Que, la Constitución de la República del Ecuador establece en su artículo 313 que "El Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia.

Los sectores estratégicos, de decisión y control exclusivo del Estado, son aquellos que por su trascendencia y magnitud tienen decisiva influencia económica, social, política o ambiental, y deberán orientarse al pleno desarrollo de los derechos y al interés social. Se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua, y los demás que determine la ley.";

Que, la Ley de Radiodifusión y Televisión, en el artículo 2 dispone que, "El Estado, a través del Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión (CONARTEL), otorgará frecuencias o canales para radiodifusión y televisión, así como regulará y autorizará estos servicios en todo el territorio nacional, de conformidad con esta Ley, los convenios internacionales sobre la materia ratificados por el Gobierno ecuatoriano, y los reglamentos.";

Que, los artículos 13 y 14 del Decreto Ejecutivo No. 8, emitido por el señor Presidente Constitucional de la República, publicado en el Registro Oficial No. 10 del 24 de agosto del 2009, disponen: "Artículo 13.- Fusiónesse el Consejo Nacional de Radio y Televisión -CONARTEL- al Consejo Nacional de

Telecomunicaciones-CONATEL.-Artículo 14.- Las competencias, atribuciones, funciones, representaciones y delegaciones constantes en leyes, reglamentos y demás instrumentos normativos y atribuidas al CONARTEL serán desarrolladas, cumplidas y ejercidas por el CONATEL, en los mismos términos constantes en la Ley de Radiodifusión y Televisión y demás normas secundarias. Exclusivamente las funciones administrativas que ejercía el Presidente del CONARTEL, las realizará el Secretario Nacional de Telecomunicaciones, en los mismos términos constantes en la Ley de Radiodifusión y Televisión y demás normas secundarias.";

Que, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, mediante Resolución No. RTV-682-22-CONATEL-2010 del 29 de octubre del 2010, dispuso en la quinta transitoria del artículo tres "La Codificación del Reglamento de Audio y Video por suscripción con las reformas actuales, estará a cargo de la Secretaría del CONATEL"; y,

En ejercicio de sus atribuciones,

Consejo Nacional de Telecomunicaciones – CONATEL

Resuelve:

Expedir el siguiente REGLAMENTO DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN.

## **Capítulo I ÁMBITO Y COMPETENCIA**

**Art. 1.-** Los sistemas de audio y video por suscripción, son competencia del CONATEL y se regulan por el presente reglamento y demás normas que expida el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) sobre la materia.

**Art. 2.-** El presente reglamento norma:

a) La concesión, instalación, operación, explotación de los sistemas de audio y video por suscripción y sus servicios de valor agregado, en todo el territorio nacional;

b) La autorización a los propietarios u operadores satelitales, para la utilización de las facilidades del segmento espacial y comercialización de la señal satelital de los servicios de radiodifusión y televisión en el territorio nacional; y,

c) Cualquier otro sistema que preste servicios de Audio y Video por suscripción y que opere o se implemente técnicamente en el futuro.

**Art. 3.-** Todos aquellos medios, sistemas o servicios no correspondientes a radiodifusión y televisión, no son de competencia de este reglamento y por tanto serán regulados por el organismo competente.

## Capítulo II

### TÉRMINOS Y DEFINICIONES

**Art. 4.-** Las definiciones y términos técnicos para la aplicación del presente reglamento, son las que constan en la Ley de Radiodifusión y Televisión y sus reformas, en su reglamento general, y en los glosarios de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, así como las siguientes:

a) Sistema de audio y video por suscripción.- Aquel que transmite y eventualmente recibe señales de imagen, sonido, multimedia y datos, destinados exclusivamente a un público particular de suscriptores o abonados.

Todo concesionario deberá determinar los mecanismos de seguridad requeridos para garantizar que la programación sea recibida únicamente por sus suscriptores;

b) Sistema por cable físico: Aquel que utiliza como medio de transmisión una red de distribución de señales por línea física.

Está formado por: estación transmisora, red de distribución, línea física y receptores;

c) Sistema codificado terrestre: Aquel que utiliza como medio de transmisión, el espectro radioeléctrico mediante enlaces terrestres;

d) Sistema codificado satelital (DTH/DBS): Aquel que utiliza como medio de transmisión el espectro radioeléctrico, mediante enlace espacio-tierra;

e) Estación receptora del sistema codificado satelital: Estación terrena que está compuesta básicamente por módulos de recepción de las señales de audio y video transmitidas desde el satélite; conversión de frecuencias; decodificación de las señales; demodulación;

f) Estación terrena: Aquella situada en la superficie de la tierra, destinada a establecer comunicación con una o varias estaciones de la misma naturaleza, mediante el empleo de uno o varios satélites reflectores u otros objetos situados en el espacio;

g) Estación terrena de recepción: Aquella que únicamente debe proceder con el registro de su instalación y que exclusivamente está destinada a la recepción de señales;

h) Estación terrena de recepción y transmisión: Aquella destinada a la retransmisión y/o recepción estable y permanente de señales. Requieren de autorización para su operación y están obligadas al pago de tarifas;

i) Red de distribución por cable físico: Medio de transmisión compuesto por una estructura de cables, aérea o subterránea, que puede ser: coaxial de cobre,

fibra óptica o cualquier otro medio físico que transporte las señales de audio, video y datos desde la estación transmisora hasta los receptores.

Está formada por la red troncal y sus derivaciones, incluyendo los dispositivos de amplificación y/o regeneración de señales, eventualmente y si técnicamente fuere factible, tramos de enlaces radioeléctricos, de acuerdo a la situación topográfica y de cobertura en cada área de servicio;

j) Receptor abonado: Equipo capaz de recibir las señales de imagen, sonido multimedia y datos, transmitidas por el sistema del concesionario y que pertenece al abonado;

k) Canal: Alternativa de programación susceptible de selección por parte del abonado quien adquiere del concesionario, mediante contrato de suscripción el derecho a uno, dos o varios canales de conformidad con las promociones (esta definición es exclusiva y particular para todo lo relacionado a cualquiera de los sistemas de audio y video por suscripción).

Canal Local: Es el canal que se incluye en la grilla de la programación de los sistemas de audio y video por suscripción y es operado desde el Head End (cabecera); se clasifica en:

1. Canal local para guía de programación: Es el canal que se incluye en la grilla de la programación de los sistemas de audio y video por suscripción, el cual es operado desde el Head End (cabecera), incorporando únicamente información relacionada con la guía o avances de programación y mensajes en modo teletexto, para los suscriptores ubicados en el área de cobertura autorizada del sistema.

2. Canal local para programación propia: Es el canal que se incluye en la grilla de la programación de los sistemas de audio y video por suscripción, el cual es operado desde el Head End (cabecera), el concesionario debe transmitir programación propia, en horario apto para todo público, para difundir contenidos con fines informativos de la localidad, educativos y culturales.

Un sistema de audio y video por suscripción podrá tener solo un canal en estas modalidades y será autorizado por el CONATEL.

La transmisión de los contenidos es de exclusiva responsabilidad del concesionario del sistema y se sujeta a lo que establece la Constitución de la República del Ecuador, la Ley de Radiodifusión y Televisión y su reglamento general, el Reglamento para Sistemas de Audio y Video por Suscripción y a las normas que expida el organismo regulador sobre la materia;

l) Señal: Fenómeno físico en el cual pueden variar una o más características para representar información;

m) Área de operación: Cobertura autorizada en determinada superficie, para la instalación y operación de un sistema de audio y video por suscripción;

n) Concesión de un sistema de audio y video por suscripción: Acto administrativo reglado, de competencia exclusiva del CONATEL, mediante el cual se otorga frecuencias y se autoriza a la instalación, operación y explotación para una de las modalidades de audio y video por suscripción;

o) Concesionario: Persona natural o jurídica que, de acuerdo con la ley, es autorizada por el CONATEL para instalar, operar y explotar los servicios de audio y video por suscripción, que hubiere elevado a escritura pública el respectivo contrato;

p) Tarifa de autorización: Valor que debe pagar todo concesionario por una sola ocasión a favor del CONATEL, monto que será cancelado previa la legalización notarial del respectivo contrato de concesión y de acuerdo al pliego tarifario vigente;

q) Tarifa mensual: Valor que el concesionario debe pagar a favor del CONATEL de conformidad con el objeto del contrato de concesión y pliego tarifario vigente;

r) Abonado o suscriptor: Persona natural o jurídica que ha suscrito un contrato privado, para el uso de los servicios que brinda el concesionario de un sistema específico de audio y video, por suscripción;

s) Servicio de valor agregado: Servicio complementario, (pague por ver, música, televisión interactiva, multimedia, datos, etc.) que se incorpora a los servicios finales de radiodifusión y televisión. Los destinatarios de este servicio serán los suscriptores que expresamente hayan contratado el mismo.

Se entiende por televisión interactiva, aquella que permite al abonado modificar directa y personalmente el contenido de la señal o participar activamente en ello, mediante mando u orden que se origine en el lugar de la recepción;

t) Codificación: Proceso preestablecido y controlado que se aplica a una señal de video y audio durante su generación y que altera sus características originales, dificultando el entendimiento de la información, por parte de terceros no abonados;

u) Decodificación: Proceso inverso al de codificación de la señal, aplicado durante su recepción y que restablece las características originales de la señal, posibilitando el entendimiento de la información por parte de los suscriptores;

v) Convertidor de frecuencia: Dispositivo conectado entre la antena de recepción y el receptor asociado, que convierte (cambia) la frecuencia de la señal recibida al rango de frecuencias compatibles con el mencionado receptor;

w) Programación por suscripción: Propuesta de contenido sonoro o audiovisual legalmente contratada por el concesionario, ofertada a los suscriptores; y,

x) Sistemas comunitarios de audio y video: Son aquellos que nacen y son administrados por una comunidad u organización indígena, afro-ecuatoriana, campesina u otra organización social que su labor esté orientada al fortalecimiento de la comunidad, a la consolidación intercultural y social, a la defensa de los valores humanos, históricos, artísticos que afiancen la identidad nacional y vigoricen la vigencia de los derechos humanos. Estos sistemas no tienen fines de lucro y podrán financiar total o parcialmente su infraestructura, con recursos del FODETEL, previa su calificación, o podrán realizar autogestión para el mejoramiento, mantenimiento y operación de sus instalaciones, equipos y pago de personal, a través de donaciones, mensajes pagados y publicidad de productos comerciales.

## Capítulo III

### 3.1 DE LAS CONCESIONES

**Art. 5.-** El CONATEL, es el único organismo que a nombre del Estado otorga concesiones para instalar, operar y explotar sistemas de audio y video por suscripción; y autoriza su operación y funcionamiento.

El CONATEL, se pronunciará sobre la concesión y autorizará la contratación, instalación, operación y explotación de sistemas de audio y video por suscripción, con base a los documentos que presente el interesado, previo cumplimiento de los requisitos reglamentarios y considerando los informes que emita la SUPERTEL, los mismos que serán presentados en un plazo no mayor de quince días, término este que podrá ser ampliado previa petición escrita y fundamentada de la SUPERTEL.

Cuando la información estuviere incompleta, la SUPERTEL suspenderá el trámite, requerirá al interesado los documentos y requisitos faltantes e informará al CONATEL, lo correspondiente.

**Art. 6.-** Las solicitudes de concesión serán tramitadas y procesadas en el orden que las reciba la Secretaría del CONATEL, en un plazo de sesenta días, luego de la entrega de los informes por parte de la SUPERTEL.

**Art. 7.-** La concesión de cualquier sistema de audio y video por suscripción será específica y con expresa indicación del área de operación autorizada, la que en ningún caso será menor a la que corresponda a una parroquia, determinándose las localidades a servir.

Cuando se requieran ampliaciones de cobertura para los sistemas en funcionamiento, el concesionario deberá presentar la correspondiente solicitud al CONATEL; la SUPERTEL emitirá los informes técnico y legal relacionados con la factibilidad de autorización, conjuntamente con el proyecto de minuta de

adenda al contrato. Con los informes de la SUPERTEL y de la SENATEL, el CONATEL sobre la base de las respectivas normas técnicas, disponibilidad de canales, informes técnicos y jurídicos y documentación presentada, otorgará la ampliación de cobertura conforme lo establecido en los artículos 10 y 11 del presente reglamento.

Para los casos en los cuales el concesionario requiera instalar una nueva estación transmisora (head end), corresponderá a un nuevo sistema.

Para el caso de las modificaciones dentro del área de cobertura corresponderá a la Superintendencia de Telecomunicaciones autorizarlos.

**Art. 8.-** Los requisitos que debe presentar el peticionario para obtener la concesión y ser autorizado para instalar, operar y explotar un sistema de audio y video por suscripción, son aquellos enumerados y descritos en los artículos 20 de la Ley de Radiodifusión y Televisión y 16 de su reglamento general.

El CONATEL aprobará los formatos individuales de requisitos para cada servicio.

Además de los requisitos legales y reglamentarios, los concesionarios del sistema codificado satelital, deberán presentar el respectivo acuerdo o convenio de comercialización suscrito con el operador del servicio.

Además de los requisitos legales y reglamentarios, los peticionarios para obtener una concesión de un sistema de audio y video por suscripción, deberán presentar un estudio que demuestre la factibilidad financiera de su proyecto, para lo cual se utilizarán los formularios señalados en este artículo.

**Art. 9.-** Otorgamiento de la concesión.-

a) Una vez que se cumplan los requisitos referidos en el artículo anterior, para decidir sobre la concesión y resolver sobre la autorización, el CONATEL conocerá: la solicitud, documentación, informes emitidos por la SUPERTEL y SENATEL; certificado de idoneidad emitido por el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas. De ser el caso dispondrá la celebración del contrato de concesión o solicitará la presentación de los documentos que hicieren falta;

b) De conformidad con lo dispuesto en el cuarto inciso del Art. 9, reformado de la Ley de Radiodifusión y Televisión, el CONATEL anunciará la realización de este trámite por uno de los periódicos de mayor circulación de Quito y Guayaquil y, por el de la localidad, a costo del peticionario, con el objeto de que, en el plazo de quince días contados a partir de la publicación, cualquier persona pueda impugnar, conforme a la ley, dicha concesión; y,

c) El CONATEL otorgará el título habilitante correspondiente para sistemas de audio y video por suscripción a sistemas comunitarios en la modalidad de cable físico y empresas públicas de forma directa, previo el cumplimiento de los

requisitos aplicables, establecidos en la Ley de Radiodifusión y Televisión y su reglamento general de aplicación. En caso de requerirse el uso del espectro radioeléctrico, la autorización se sujetará a las políticas de concesión.

Así mismo, el CONATEL, en ejercicio de sus facultades, podrá negar la solicitud para la concesión del título habilitante de audio y video por suscripción, cuando las considere contrarias a los intereses de los suscriptores, efectivos o potenciales, o al interés público.

Las concesiones de sistemas de audio y video por suscripción comunitarios se otorgarán donde no exista concesionarios autorizados, exceptuándose los sistemas de televisión codificada satelital DTH.

**Art. 10.-** Requisitos para la suscripción del contrato.- Para la suscripción del contrato la Superintendencia verificará el cumplimiento de los requisitos establecidos en el Art. 20 reformado de la Ley de Radiodifusión y Televisión; y exigirá el comprobante de pago de la tarifa de autorización de concesión.

El plazo para la entrega de los documentos y requisitos ya descritos, será de sesenta días, contados a partir de la fecha en que se notificó el otorgamiento de la concesión y se autorizó la celebración del contrato.

**Art. 11.-** El término máximo para la suscripción y protocolización del contrato de concesión, será de quince días, contados a partir de la fecha en que el CONATEL otorgó la concesión previo el cumplimiento de todos los requisitos. La SUPERTEL comunicará, al interesado, por escrito el momento que el contrato se halle listo para su formalización. En todo caso deberá observarse lo prescrito en el Art. 19 reformado de la Ley de Radiodifusión y Televisión.

Si el concesionario no suscribiere, ni protocolizare el contrato dentro del plazo señalado, el CONATEL, podrá anular y dejar sin efecto la resolución mediante la cual otorgó la concesión y autorizó la instalación, operación y explotación del sistema debiendo notificar lo resuelto por escrito al interesado, de acuerdo con lo estipulado en el Art. 19 reformado de la Ley de Radiodifusión y Televisión.

**Art. 12.-** En el contrato de concesión y autorización para un sistema de audio y video por suscripción, constarán los requisitos y documentos exigidos en los artículos 8 y 10 que anteceden:

- a) Ancho de banda y frecuencias otorgadas, incluyendo las frecuencias auxiliares;
- b) Número de canales para audio y video; y,
- c) Área de operación.

**Art. 13.-** Los contratos de concesión deberán registrarse e inscribirse en el libro único, para registro de concesiones, a cargo de la Superintendencia de Telecomunicaciones.

**Art. 14.-** Durante el tiempo, plazo o período de vigencia de la concesión, el concesionario del sistema, deberá adecuar la operación y funcionamiento de los equipos e infraestructura de su sistema, a las regulaciones técnicas que dicte el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, CONATEL.

**Art. 15.-** La concesión de frecuencias auxiliares para el servicio de audio y video por suscripción, se regirá por el mismo trámite que para las frecuencias principales, de conformidad con lo dispuesto en el Art. 14 de la Ley de Radiodifusión y Televisión.

**Art. 16.-** El contrato de concesión tendrá una duración de diez años, renovables al final de cada período. Para la renovación del contrato, el concesionario deberá encontrarse al día en el pago de sus obligaciones económicas con el CONATEL.

**Art. 17.-** Todo contrato de concesión principal: renovatorio, ampliatorio, aclaratorio, modificadorio (fuera del área de cobertura autorizada) o rectificatorio, para instalar, operar y explotar un sistema de audio y video por suscripción directa al usuario, será autorizado por el CONATEL y se formalizará mediante escritura pública que la celebrará el Superintendente de Telecomunicaciones conjuntamente con la persona natural o el representante legal de la persona jurídica que intervenga en el contrato.

(Art. 19 reformado de la Ley de Radiodifusión y Televisión).

**Art. 18.-** En caso de muerte de una persona natural concesionaria de un sistema de audio y video por suscripción sus derechos-habientes podrán solicitar una nueva concesión y posteriormente el heredero adjudicatario de la concesión dentro de la sucesión o juicio de partición tendrá derecho a continuar con la concesión, de acuerdo a lo establecido en el Art. 69 de la Ley de Radiodifusión o Televisión.

#### **Capítulo IV DE LA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN**

**Art. 19.-** La instalación y la operación deberán sujetarse a las disposiciones de la Ley de Radiodifusión y Televisión, su reforma y reglamentos, así como a las condiciones establecidas en el contrato:

a) Será de responsabilidad del concesionario, empresa pública o sistema comunitario, obtener la respectiva certificación de disponibilidad para el tendido de redes de distribución o de interconexión, utilización de postes, canales, ductos, derechos de vía, segmento espacial u otros medios según

corresponda; de los organismos competentes para el efecto, respetando las disposiciones y ordenanzas establecidas por dichos organismos;

b) De conformidad con el Art. 23 reformado de la Ley de Radiodifusión y Televisión, el plazo de instalación y operación de la concesión no excederá de un año a partir de la respectiva inscripción del contrato, sin embargo cuando la concesión considera un sistema con varias ciudades y requieran implementarse etapas sucesivas adicionales que integran a cada ciudad servida deberán ser autorizados por el CONATEL. Dicha autorización será expresa y deberá constar en el respectivo contrato que se suscriba para el efecto; y,

c) La inspección del sistema será solicitada por el concesionario a la SUPERTEL, para que la realice máximo dentro de los treinta días posteriores a la fecha de recepción de la solicitud.

**Art. 20.-** La Superintendencia de Telecomunicaciones realizará las inspecciones y comprobación técnica necesarias para determinar las características de instalación y operación, que deberá sujetarse a las condiciones establecidas en el contrato de autorización. De no existir observación alguna, requerirá la presentación del título de propiedad de los equipos, luego de lo cual suscribirá con el concesionario el acta de puesta en operación del sistema de audio y video por suscripción, documento que permitirá a la Superintendencia de Telecomunicaciones, la devolución de la garantía.

En caso de no haber iniciado el sistema la operación dentro del plazo de un año, previo informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones, el CONATEL, iniciará el trámite de terminación de contrato y de resolver dicha terminación ordenará la reversión de las frecuencias al Estado de haberlas, y la ejecución de la garantía.

De conformidad con el segundo inciso del artículo 29 del Reglamento General a la Ley de Radiodifusión y Televisión, si el concesionario opera el sistema con características diferentes a las estipuladas en el contrato antes de que se venza el plazo de un año, la Superintendencia de Telecomunicaciones, por una sola vez, podrá conceder al concesionario hasta un máximo de 90 días, para que realice las rectificaciones correspondientes. Caso contrario de no operar conforme a lo autorizado y una vez vencido el plazo concedido, el CONATEL dispondrá el inicio de la terminación del contrato, reversión de las frecuencias al Estado de haberlas, y la ejecución de la garantía, en aplicación de lo dispuesto en el citado artículo 23 y 67, letra d) de la Ley de Radiodifusión y Televisión.

**Art. 21.-** La instalación, supervisión y operación del sistema de audio y video por suscripción, deberán estar bajo la responsabilidad de un profesional, con título en Ingeniería en Electrónica y/o Telecomunicaciones o equivalente,

afiliado a un colegio profesional del país, conforme a la Ley de Ejercicio Profesional de la Ingeniería.

**Art. 22.-** El control técnico de estos sistemas, estará a cargo de la SUPERTEL, institución que deberá presentar los reportes respectivos al CONATEL, cuando este organismo lo requiera.

**Art. 23.-** De acuerdo con lo determinado por el Art. 30 del Reglamento General a la Ley de Radiodifusión y Televisión, el concesionario está en la obligación de brindar las facilidades, proveer la información necesaria y permitir, el acceso de los funcionarios de la SUPERTEL, para las inspecciones periódicas correspondientes al proceso de instalación y durante la operación regular del sistema.

**Art. 24.-** La operación se efectuará sin causar daños e interferencias a instalaciones y otros servicios o sistemas de comunicaciones públicos y privados. El concesionario respetará el área de operación autorizada; y se sujetará a las características técnicas aprobadas, así como a las condiciones del contrato de concesión.

En caso de producirse daños e interferencias, el concesionario que los causare, está en la obligación de realizar, bajo su responsabilidad y a su costo, las modificaciones necesarias para evitar las interferencias y de reparar los daños ocasionados a terceros, para lo cual, cumplirá las disposiciones de la SUPERTEL.

**Art. 25.-** El concesionario de un sistema de audio y video por suscripción, empresa pública o sistema comunitario, asegurará de acuerdo al desarrollo, equipamiento y dispositivos tecnológicos que la programación difundida por sus sistemas sea receptada únicamente por los suscriptores que legalmente contratan su servicio; cuando la difusión de la programación se realice a través del espacio libre, las señales deberán ser codificadas.

**Art. 26.-** Para fines de control, el concesionario previa la suscripción de un acta de entrega-recepción, deberá entregar los equipos terminales indispensables de su sistema o sistemas, completos, instalados y funcionando, en los sitios que el CONATEL y la SUPERTEL determinen. El concesionario no cobrará valor alguno por este concepto.

**Art. 27.-** Para efectuar modificaciones de las características del sistema de audio y video por suscripción, que afecten las condiciones esenciales del contrato de concesión, se requiere obtener previamente la autorización del CONATEL, organismo que de autorizar este pedido dispondrá la suscripción de un nuevo contrato, en armonía con lo establecido en el Art. 10 del presente reglamento.

**Art. 28.-** El concesionario está en la obligación de aplicar y cumplir las normas técnicas, operativas y los parámetros específicos de los sistemas de audio y video por suscripción vigentes, dictados por el CONATEL. En el contrato de

concesión se incluirá la obligatoriedad, entre otras, del cumplimiento de las normas técnicas, operativas y los parámetros específicos para la instalación, operación y explotación adecuada de los sistemas de audio y video por suscripción: cable físico, codificada terrestre y codificada satelital aprobadas por el CONATEL.

#### **Capítulo V**

#### **DE LOS SERVICIOS DE VALOR AGREGADO**

**Art. 29.-** El concesionario de un sistema de audio y video por suscripción, adicional y complementariamente podrá instalar, operar y explotar servicios de valor agregado.

Todo servicio adicional será solicitado al CONATEL, adjuntando la documentación de sustento y el estudio de factibilidad técnica; el organismo resolverá sobre la operación y comercialización, dentro de los sesenta días siguientes al de la fecha en la cual el concesionario formuló la petición, caso contrario y ante su silencio, se entenderá expresamente autorizado en los términos constantes en la solicitud, sin que sea necesaria la suscripción de un nuevo contrato.

#### **Capítulo VI**

#### **DE LAS TARIFAS Y OBLIGACIONES ECONÓMICAS**

**Art. 30.-** Las tarifas son: de concesión (por una sola ocasión); mensual, por utilización del espectro (periódica y permanentemente). Valores que serán cancelados por el concesionario a favor del CONATEL con sujeción al pliego tarifario vigente promulgado en el Registro Oficial.

El concesionario deberá cumplir con todas las obligaciones económicas que determine el CONATEL hasta la terminación formal del contrato.

#### **Capítulo VII**

#### **DE LA PROGRAMACIÓN**

**Art. 31.-** Todo sistema de audio y video por suscripción, gozará de libertad de programación de conformidad con la Constitución y la ley de la materia.

Aquellos programas restringidos y de carácter exclusivo, podrán transmitirse y difundirse previa solicitud expresa del abonado, quien recibirá claves personales y particulares de acceso.

**Art. 32.-** La responsabilidad sobre la inserción local de publicidad en los sistemas de audio y video, es del concesionario.

**Art. 33.-** Los sistemas de audio y video por suscripción, podrán difundir únicamente programación legalmente contratada y debidamente autorizada por quien origina la señal; de ser el caso, el concesionario responderá judicial y extra judicialmente por toda reclamación.

**Art. 34.-** Las responsabilidades a que hubiere lugar por divulgación de contenido, serán aquellas dispuestas expresamente por la Ley de Radiodifusión y Televisión. Todo programa improvisado que se realice dentro o fuera de los estudios deberá ser grabado y conservado hasta treinta días después de la fecha de su emisión y difusión, cuando la transmisión sea hecha en cadena, esta obligación corresponde a la estación matriz.

## **Capítulo VIII DE LAS OBLIGACIONES SOCIALES**

**Art. 35.-** Las estaciones nacionales que generen programación, están obligadas a prestar los servicios sociales gratuitos que dispone la Ley de Radiodifusión y Televisión, en su Art. 59 reformado por tanto los concesionarios de sistemas de audio y video por suscripción, respetarán la programación de los canales, cuando estos se hallaren difundiendo mensajes o intervenciones oficiales.

## **Capítulo IX DE LAS PROHIBICIONES**

**Art. 36.-** Ninguna persona natural o jurídica, podrá instalar, operar y explotar sistemas de audio y video por suscripción o sus servicios de valor agregado, sin la autorización y concesión, otorgada por el CONATEL y contrato debidamente instrumentado y celebrado con la SUPERTEL.

**Art. 37.-** Además de los impedimentos establecidos en la Ley de Radiodifusión y Televisión, su reforma y reglamento general, se prohíbe a los sistemas de audio y video por suscripción, el arrendamiento, cesión total o parcial de los derechos otorgados por el CONATEL y de la concesión sin la autorización expresa del Consejo Nacional de Telecomunicaciones, salvo que existiere la asociación a que se refiere el artículo 10 reformado de la Ley de Radiodifusión y Televisión y que esta oportunamente se hubiere notificado al CONATEL y registrado en la SUPERTEL.

## **Capítulo X DEL TÉRMINO DE LAS CONCESIONES**

**Art. 38.-** El término de las concesiones y revocatoria de la autorización para instalar, operar y explotar un sistema de audio y video por suscripción se sujetará a las disposiciones vigentes del Art. 67 reformado de la Ley de Radiodifusión y Televisión.

## **Capítulo XI DE LAS INFRACCIONES Y SANCIONES**

**Art. 39.-** Sin perjuicio de lo estipulado en el Art. 41 reformado de la Ley de Radiodifusión y Televisión y el reglamento general, las infracciones serán

sancionadas observando lo prescrito en el Art. 71 también reformado de la misma ley, concordantemente con lo dispuesto en los artículos 80 y 81 del reglamento general a la ley.

El Superintendente de Telecomunicaciones, impondrá las sanciones por infracciones de Clases I, II, III y IV. La infracción Clase V será resuelta y sancionada por el CONATEL.

Simultáneamente se observará lo establecido en los artículos 85, 86, 87 y 88 del Reglamento General a la Ley de Radiodifusión y Televisión; y tercer artículo innumerado de las disposiciones generales de la Ley Reformatoria a la Ley de Radiodifusión y Televisión, consecuentemente, los 8 días plazo, se contarán a partir del día siguiente al de la fecha de presentación de la apelación, al infractor no se le concederá ninguna autorización o concesión de sistemas de audio y video por suscripción y/o cualquier tipo de autorización para instalar y operar estación o sistema de radiodifusión y televisión que el avance tecnológico lo permita.

**Art. 40.-** Todo concesionario autorizado para operar un sistema de audio y video por suscripción, que haya sido sancionado con multa, deberá pagarla dentro del término de treinta días contados a partir de la fecha de su notificación, caso contrario la SUPERTEL iniciará el cobro de los valores adeudados por la vía coactiva.

**Art. 41.-** Los sistemas de audio y video por suscripción, que operen después de terminada la concesión, o que funcionen sin autorización serán sancionados observando lo prescrito en la Ley de Radiodifusión y Televisión y sus reglamentos.

Cuando los equipos fueren requisados pasarán a ser propiedad de la SUPERTEL y constituirán parte de su patrimonio.

**Art. 42.-** La autorización para instalar, operar y explotar sistemas de audio y video por suscripción, no incluye autorización para operar sistemas de radiocomunicaciones auxiliares que puedan requerirse, para su operación deberá previamente solicitarse en forma específica al CONATEL, la autorización respectiva y cumplir los requisitos legales, técnicos y económicos establecidos para el efecto.

## **Capítulo XII**

### **DE LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES ENTRE SUSCRIPTOR Y CONCESIONARIO**

**Art. 43.-** Los concesionarios de sistemas de audio y video por suscripción deben presentar para conocimiento y registro de la SENATEL el respectivo modelo de contrato de adhesión del servicio, acorde al formato de contrato establecido por el CONATEL cuyas cláusulas esenciales deben cumplir con la Ley Orgánica de Defensa del Consumidor.

**Art. 44.-** Sin perjuicio de otros derechos reconocidos por los contratos de concesión y autorización y el ordenamiento jurídico vigente, se reconocen especialmente los siguientes derechos y obligaciones del abonado o suscriptor:

a) El abonado o suscriptor tiene derecho a recibir el servicio de audio y video por suscripción de acuerdo a los términos estipulados en el contrato de suscripción de servicio;

b) El contrato seguirá un modelo básico que se aplicará a todos los abonados o suscriptores previo registro en la SENATEL. No se procederá al registro del modelo de contrato en caso de existir estipulaciones contrarias al ordenamiento jurídico o lesivo a los derechos de los abonados o suscriptores. De la decisión denegatoria de registro expedida por la SENATEL, el concesionario podrá recurrir ante el CONATEL. Una vez registrado el contrato de adhesión la SENATEL remitirá el mismo a la SUPERTEL para los fines de control;

c) Los abonados o suscriptores, deberán suscribir el respectivo contrato de adhesión, con concesionarios, empresas públicas o sistemas comunitarios, debidamente autorizados;

d) El abonado o suscriptor tiene derecho a un reconocimiento económico que corresponda al tiempo en que el servicio no ha estado disponible, cuando la causa fuese imputable al prestador del servicio de audio y video por suscripción, que será por lo menos un equivalente al precio que el abonado o suscriptor hubiere pagado por ese tiempo de servicio de acuerdo a la tarifa acordada con el proveedor del servicio de audio y video por suscripción;

e) El abonado o suscriptor tiene la obligación de pagar los valores facturados por el servicio, con sujeción a lo pactado en el contrato de adhesión; y,

f) El abonado o suscriptor tiene derecho a presentar ante la Superintendencia de Telecomunicaciones, reclamos o quejas, por la calidad del servicio, por facturación de servicios no contratados o pagos indebidos y por cualquier irregularidad en relación con la prestación del servicio contrato al prestador.

### **Capítulo XIII DE LA CALIDAD DEL SERVICIO (QoS)**

**Art. 45.-** Sin perjuicio de las obligaciones contenidas en los títulos habilitantes, así como de lo previsto en el ordenamiento jurídico vigente, el proveedor del servicio de audio y video por suscripción, deberá cumplir lo siguiente:

a) El proveedor de un servicio de audio y video por suscripción contará con un centro o persona responsable de atención al cliente y soporte técnico, con el objetivo de que los abonados o suscriptores puedan reportar, entre otros, problemas con el servicio, percepción del mismo, fallas técnicas, así también presentar reclamos de facturación, quejas e inquietudes del servicio de audio y

video por suscripción de acuerdo a los siguientes parámetros, mismos que podrán ser modificados previo informe de la SUPERTEL:

- **Atención de Reclamos.-** El parámetro a considerarse es el tiempo promedio de resolución de reclamos, que se define como el tiempo promedio medido en horas continuas que los usuarios esperan para que un reclamo reportado a través del centro o persona responsable de atención al cliente del proveedor del servicio sea resuelto. Los lineamientos a seguirse se muestran en la siguiente tabla:

| Valor objetivo (h) | Porcentaje de casos |
|--------------------|---------------------|
| <24                | 90%                 |
| <48                | 91% - 95%           |
| <72                | 96% - 99%           |

- **Reparación de averías.-** Para este caso se considerará el tiempo promedio de reparación de averías que se define como el tiempo promedio medido en horas continuas que tarda en repararse una avería. Se lo contabiliza desde el momento en que se produce la notificación al centro o persona responsable de atención al cliente del proveedor del servicio hasta la reparación de la misma. El valor objetivo de este tiempo será hasta 72 horas salvo los casos debidamente fundamentados que no sean responsabilidad del operador.

- **Tiempo de Respuesta de Operadoras.-** Para este caso se considera el tiempo medido en segundos que la persona responsable o centro de atención al cliente del proveedor del servicio demora en responder una llamada. Los parámetros a controlar se muestran en la siguiente tabla:

| Valor objetivo (s) | Porcentaje de casos |
|--------------------|---------------------|
| <55                | 92%                 |
| > 55               | 8%                  |

- **Interrupción y Restitución del Servicio.-** El operador tiene la obligación de notificar a sus suscriptores por cualquier medio y a la Superintendencia de Telecomunicaciones con por lo menos 48 horas de anticipación cualquier interrupción planificada que afecte la prestación del servicio por más de 2 horas. En caso de interrupción del servicio por causas imputables al concesionario, cada usuario tiene derecho al reembolso por parte del concesionario por el tiempo en que no ha tenido el servicio, sean estas horas o días, el cual será calculado en función del pago mensual que realiza el usuario según plan contratado.

- **Reclamos de Facturación.-** Para la presente norma se considerará para los concesionarios que tengan 500 o más suscriptores que de existir reclamos de facturación al proveedor de servicio, estos no podrán exceder el valor objetivo del 1 por cada 100 facturas, para los concesionarios que tengan menos de 500 suscriptores estos no podrán exceder el valor objetivo de 5 cada 100 facturas.

- **Reporte de Usuarios.-** El concesionario deberá entregar trimestralmente a la Superintendencia de Telecomunicaciones la información pertinente, en los formatos establecidos para el efecto, así como esta institución podrá requerir al Servicio de Rentas Internas dicha información, a fin de asegurar la veracidad de la misma; y,

b) El proveedor del servicio de audio y video por suscripción deberá reparar o solucionar todo problema relacionado con el servicio que ofrece que haya sido reportado por un abonado o suscriptor al centro o persona responsable de atención al cliente y soporte técnico, dentro de los tiempos de respuesta establecidos en las respectivas normas técnicas y la Superintendencia de Telecomunicaciones podrá realizar auditorías técnicas y administrativas en el momento oportuno.

### 3.2 DISPOSICIONES TRANSITORIAS

**Primera.-** Los concesionarios de sistemas de audio y video por suscripción vigentes, deberán readecuarse a la presente normativa, en el plazo de un año, a partir del 29 de octubre del 2010, fecha en la que se emitió la Resolución No. RTV-682-22-CONATEL-2010.

**Segunda.-** Las solicitudes que se encuentran en proceso de otorgamiento del título habilitante para sistemas de audio y video por suscripción, que no fueron conocidas y resueltas por el EX-CONARTEL y el CONATEL en aplicación del artículo 16 del Reglamento de Políticas Institucionales y Procedimientos para la Concesión de Frecuencias para la Operación de Estaciones de Radiodifusión y Televisión y Sistemas de Audio y Video por Suscripción, deberán actualizar la documentación establecida en el artículo 8, inciso cuarto, de acuerdo a los formularios que establezca para el efecto el Consejo Nacional de Telecomunicaciones.

**Tercera.-** Los formularios a los que se refiere el artículo 8 del reglamento deberán ser presentados en un plazo de hasta 90 días por la SUPERTEL y SENATEL para aprobación del Consejo Nacional de Telecomunicaciones, a partir del 29 de octubre del 2010, fecha en la que se emitió la Resolución No. RTV-682-22-CONATEL-2010.

**Cuarta.-** Se incluirá en el Reglamento de Políticas Institucionales y Procedimientos para la Concesión de Frecuencias para la Operación de Estaciones de Radiodifusión y Televisión y Sistemas de Audio y Video por

Suscripción (Resolución No. 5743-CONARTEL-09) el requisito indicado el artículo 8, inciso cuarto del presente reglamento.

**Quinta.-** La Codificación del Reglamento de Audio y Video por suscripción con las reformas actuales, estará a cargo de la Secretaría del CONATEL.

**Sexta.-** Notificar del contenido de la presente resolución, a la Superintendencia de Telecomunicaciones y a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

Derogatorias.- Deróguense las siguientes resoluciones:

Resolución No. 1003-CONARTEL-99.

Resolución No. 5533-CONARTEL-09 de 28 de enero del 2009.

Resolución No. 196-09-CONATEL-2010 de 20 de mayo del 2010.

Resolución 174-08-2010 de 7 de mayo de 2010 a excepción del artículo dos y disposiciones transitorias puesto que se encuentran en ejecución.

Resolución No. RTV-682-22-CONATEL-2010 de 29 de octubre del 2010.

### **DISPOSICIÓN FINAL**

La presente resolución es de ejecución inmediata sin perjuicio de su publicación en el Registro Oficial.

Dada en Quito, el 21 de diciembre del 2010.

### **FUENTES DE LA PRESENTE EDICIÓN DEL REGLAMENTO DE AUDIO Y VIDEO POR SUSCRIPCIÓN**

1.- Resolución RTV-816-27-CONATEL-2010 (Registro Oficial 361, 12-I-2011).