

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE  
ÚLTIMA MILLA INSTALADA POR LA CORPORACIÓN NACIONAL  
DE TELECOMUNICACIONES EN EL SECTOR LAS CASAS PARA  
LA IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE TELEVISIÓN SOBRE IP**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN  
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**JORGE LUIS PILLAJO SAMBACHI  
CORREO ELECTRÓNICO: [jorge.pillajo@hotmail.com](mailto:jorge.pillajo@hotmail.com)**

**DIRECTOR: ING. FRANCISCO CEVALLOS  
CORREO ELECTRÓNICO: [fcz@hotmail.com](mailto:fcz@hotmail.com)**

**Quito, Octubre 2010**

## DECLARACIÓN

Yo, Jorge Luis Pillajo Sambachi, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Jorge Luis Pillajo Sambachi**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jorge Luis Pillajo Sambachi, bajo mi supervisión.

---

**Ing. Francisco Cevallos**

**DIRECTOR DE PROYECTO**

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios por su amor, por bendecirme con salud y entendimiento, por permitirme ser parte de este Plan de Felicidad y acompañarme en cada instante de mi vida.*

*A mis padres Jorge y Margarita por su amor, por el esfuerzo y sacrificio que han realizado para brindarme todo lo que he necesitado sin negarme nada.*

*A Isabel Altamirano y Leonidas Yerovi, por su cariño y aprecio, por sus consejos y gran ayuda que me han brindado siempre.*

*Al Ing. Francisco Cevallos, Ing. Eduardo Cadena, Ing. Josérito Pinta, a todo el grupo de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones por su ayuda y respaldo.*

## DEDICATORIA

*A mis padres Jorge y Margarita, los amo.*

*A mis hermanos Wendy, Lorena y Ghandy porque me han dado la oportunidad de exigirme cada vez más.*

*Al amor de mi vida, Sandy, por su amor y compañía, por ayudarme a ser un mejor hombre, por el progreso que alcanzado junto a Ella.*

*A mis amigos, Byron, Jhony, Pao, Verito y Sandy, fue muy divertido estudiar y compartir full de momentos con Ustedes.*

## INDICE DE CONTENIDO

<b>Resumen</b> .....	<b>XIII</b>
<b>Presentación</b> .....	<b>XIV</b>

### CAPÍTULO 1

#### FUNDAMENTOS DE LA TECNOLOGÍA IP Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE AUDIO Y VIDEO

---

<b>1.1 ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE AUDIO Y VIDEO EN TELEVISIÓN</b> .....	<b>2</b>
1.1.1 EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TELEVISIÓN .....	2
1.1.1.1 Procesamiento analógico de televisión. Formato y estándares.....	2
1.1.1.2 Procesamiento digital de televisión. Formato y estándares .....	3
1.1.1.2.1 Comité de Sistemas Avanzados de Televisión (ATSC).....	4
1.1.1.2.1.1 Características generales .....	4
1.1.1.2.2 Digital Video Broadcasting (DVB).....	5
1.1.1.2.2.1 Características generales .....	5
1.1.1.2.3 Transmisión Digital de Servicios Integrados (ISDB) .....	5
1.1.1.2.3.1 Características generales .....	6
1.1.1.2.4 Transmisión Digital Terrestre Multimedia (DTMB).....	6
1.1.1.2.4.1 Características generales .....	6
1.1.1.2.5 Sistema Brasileño de Televisión Digital-Terrestre (SBTVD-T).....	7
1.1.1.3 Modalidades de difusión de la televisión .....	8
1.1.1.3.1 Televisión por Radiodifusión Terrestre.....	8
1.1.1.3.1.1 Televisión Analógica Terrestre .....	8
1.1.1.3.1.2 Televisión Digital Terrestre (TDT).....	9
1.1.1.3.2 Televisión por cable .....	10
1.1.1.3.3 Televisión por satélite .....	11
1.1.1.3.4 Televisión sobre IP .....	12
1.1.2 AUDIO, VIDEO Y PROTOCOLOS DE TRANSMISIÓN. FORMATOS Y CARACTERÍSTICAS ....	13
1.1.2.1 Niveles de calidad del video .....	13
1.1.2.1.1 Definición estándar .....	13
1.1.2.1.2 Alta definición .....	13
1.1.2.2 Formatos de compresión MPEG .....	14
1.1.2.2.1 Compresión de video .....	14
1.1.2.2.2 Compresión digital audio .....	17
1.1.2.3 Protocolo de comunicaciones y streaming de video .....	18
1.1.2.3.1 TCP/UDP .....	19
1.1.2.3.2 RTP/RTCP .....	20
1.1.2.3.3 SDP .....	21
1.1.2.3.4 RTSP .....	21

<b>1.2 TELEVISIÓN SOBRE IP (INTERNET PROTOCOL TELEVISION IPTV): ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA .....</b>	<b>22</b>
1.2.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE IPTV .....	24
1.2.2 INFRAESTRUCTURA DE UNA RED IPTV .....	25
1.2.2.1 Cabecera de Video .....	27
1.2.2.1.1 Servidores de video Bajo Demanda .....	32
1.2.2.1.2 Sistema de gestión de contenidos .....	32
1.2.2.1.2.1 Sistema de acceso condicional (CAS) .....	33
1.2.2.1.3 Middleware .....	34
1.2.2.2 Red trocal.....	35
1.2.2.3 Red de distribución .....	36
1.2.2.4 Red de acceso .....	37
1.2.2.5 Red del cliente .....	38
1.2.2.5.1 Dispositivos de acceso del usuario .....	39
1.2.2.5.1.1 Home Gateway.....	39
1.2.2.5.1.2 Set Top Box.....	40
1.2.3 APLICACIONES Y BENEFICIOS DEL SERVICIO DE IPTV .....	42
1.2.3.1 Guía Electrónica de Programación (EPG) .....	42
1.2.3.2 Grabador de video personal (PVR) .....	43
1.2.3.3 Grabador de video personal en la red (nPVR).....	44
1.2.3.4 Pausa de TV en vivo (TSTV).....	44
1.2.3.5 Video bajo demanda (VOD).....	45
1.2.3.6 TV bajo demanda (TVoD).....	45
1.2.3.7 Televisión de Difusión ( <i>Broadcast Television</i> , BTv).....	46
1.2.3.8 Video casi bajo demanda ( <i>Near Video on Demand</i> , NVOD).....	46
1.2.3.9 Pago por Ver ( <i>Pay Per View</i> , PPV).....	46
1.2.3.10 Imagen en Imagen ( <i>Picture-in-Picture</i> , PIP).....	47
1.2.3.11 Aplicaciones Interactivas .....	47
1.2.3.12 Web TV y E-mail.....	48
1.2.3.13 Juegos bajo demanda ( <i>Games on Demand</i> , GoD). Juegos y Apuestas.....	48
1.2.3.14 Control "Parental .....	49
<b>1.3 TECNOLOGÍAS DE RED DE ACCESO PARA LA TRANSMISIÓN DEL SERVICIO DE TELEVISIÓN SOBRE IP (IPTV) .....</b>	<b>50</b>
1.3.1 RED DE ACCESO.....	50
1.3.1.1 Requisitos que debe cumplir la red de acceso .....	50
1.3.1.2 Línea de abonado digital.....	51
1.3.1.2.1 IPTV sobre xDSL.....	51
1.3.1.2.2 Tecnología xDSL .....	51
1.3.1.3 Redes de Cable.....	55
1.3.1.3.1 IPTV sobre redes de cable.....	55

1.3.1.3.2	DOCSIS.....	57
1.3.1.4	Redes de Fibra Óptica.....	57
1.3.1.4.1	IPTV sobre redes de fibra.....	57
1.3.1.4.2	PON, BPON, GPON y EPON.....	59
1.3.1.5	Redes Inalámbricas.....	61
1.3.1.5.1	IPTV sobre redes inalámbricas de largo alcance.....	61
1.3.1.5.2	WiMAX, Mesh, HSDPA.....	62
1.3.1.6	Redes de distribución en el hogar/empresa.....	70
1.3.1.6.1	Distribución de IPTV en interiores.....	70
1.3.1.6.2	Redes IEEE 802.x, UWB.....	72

## CAPÍTULO 2

### ANÁLISIS DE LA RED DE ACCESO

---

<b>2.1</b>	<b>ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE TELEFONÍA.....</b>	<b>77</b>
2.1.1	PLANOS DE RED PRIMARIA.....	78
2.1.2	PLANOS DE RED SECUNDARIA.....	81
2.1.3	PARÁMETROS PRIMARIOS DE LA RED DE COBRE.....	89
<b>2.2</b>	<b>ÁREA DE COBERTURA DEL NODO PARA EL SECTOR DE LAS CASAS.....</b>	<b>90</b>
<b>2.3</b>	<b>PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN DE LA RED TELEFÓNICA.....</b>	<b>91</b>
2.3.1	DISTRITO # 21.....	91
2.3.2	DISTRITO # 21A.....	92
2.3.3	DISTRITO # 23.....	93
2.3.4	DISTRITO # 23A.....	93
2.3.5	DISTRITO # 80B.....	94
2.3.6	DISTRITO # 80D.....	95
2.3.7	DISTRITO # 80E.....	96
2.3.8	DISTRITO # 80F.....	96
2.3.9	DISTRITO # 81.....	97
2.3.10	DISTRITO # 81A.....	97
2.3.11	DISTRITO # 82.....	98
<b>2.4</b>	<b>PRUEBAS DE TRANSMISION EN LÍNEAS CON MODEM DSL.....</b>	<b>99</b>
2.4.1	REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS PARÁMETROS DE PLANTA EXTERNA.....	101
<b>2.5</b>	<b>ESTUDIO DEL EQUIPAMIENTO INSTALADO.....</b>	<b>107</b>
2.5.1	IPDSLAM DE ACCESO.....	107
2.5.2	MÓDEM.....	107
2.5.3	SET TOP BOX.....	108
<b>2.6</b>	<b>CONFIGURACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DE LOS EQUIPOS.....</b>	<b>108</b>

### CAPÍTULO 3

#### PLAN DE OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE ACCESO

---

<b>3.1 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE PLANTA EXTERNA .....</b>	<b>115</b>
<b>3.2 ZONAS DE COBERTURA DEL SERVICIO DE IPTV.....</b>	<b>119</b>
<b>3.3 OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE ACCESO .....</b>	<b>132</b>
3.3.1 MEJORAMIENTO PLANTA EXTERNA .....	132
3.3.2 MANTENIMIENTO PLANTA EXTERNA .....	133

### CAPÍTULO 4

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

<b>4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>137</b>
---	------------

#### **ANEXO A**

VALORES NOMINALES (ÓPTIMOS) Y PRUEBAS DE LOS PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE ACCESO CON EL EQUIPO DE MEDICIÓN DYNATEL 965DSP .....	152
---	-----

#### **ANEXO B**

PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN DE LA RED TELEFÓNICA DESPLEGADA DESDE LA CENTRAL MARISCAL SUCRE HACIA EL SECTOR LAS CASAS .....	165
---	-----

#### **ANEXO C**

VALORES NOMINALES (ÓPTIMOS) Y PRUEBAS DE TRANSMISIÓN EN LÍNEAS CON MÓDEM DSL DESDE EL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN ADSL.....	187
---	-----

#### **ANEXO D**

PRUEBAS DE TRANSMISIÓN EN LÍNEAS CON MÓDEM DSL .....	195
--	-----

#### **ANEXO E**

CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS A NIVEL DE ACCESO .....	200
---	-----

#### **ANEXO F**

SIMBOLOGÍA.....	214
-----------------	-----

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Estructura de un sistema de multiprograma de TV digital. ....	10
Figura 1-2. Elementos de una red televisión por cable. ....	11
Figura 1-3. Componentes de una red de televisión satelital.....	12
Figura 1-4. Estructura del sistema de IPTV.....	12
Figura 1-5. Concepto del Grupo de Imágenes respecto al flujo MPEG-2.....	15
Figura 1-6. Modelo OSI & Modelo TCP/IP. ....	18
Figura 1-7. Diagrama de transmisión de flujos en modo unicast.....	23
Figura 1-8. Diagrama de transmisión de flujos en modo multicast. ....	24
Figura 1-9. Topología de red IPTV. ....	27
Figura 1-10. Ejemplo de planificación de una red IPTV.....	28
Figura 1-11. Conexión entre los elementos de la red de cabecera.....	31
Figura 1-12. Middleware. Paquetes de aplicaciones asociados con la distribución del servicio IPTV.....	34
Figura 1-13. Red de cliente final Triple-Play con servicio IPTV. ....	39
Figura 1-14. Set-top Box. ....	41
Figura 1-15. Arquitectura típica de un Set-Top Box IP. ....	42
Figura 1-16. Guía Electrónica de Programación.....	43
Figura 1-17. Representación de TSTV.....	44
Figura 1-18. Portal VoD. ....	45
Figura 1-19. Picture in Picture .....	47
Figura 1-20. Portal Web TV.....	48
Figura 1-21. Games on Demand (GoD).....	49
Figura 1-22. Utilización del espectro en ADSL.....	52
Figura 1-23. Esquema de interconexión del equipamiento xDSL.....	54
Figura 1-24. Asignación del espectro en VDSL asimétrico. ....	55
Figura 1-25. Arquitectura de IPTV sobre una red de cable. ....	56
Figura 1-26. Arquitecturas de redes de fibra óptica. ....	59
Figura 1-27. Topología básica de una red PON, arquitectura tipo árbol. ....	60
Figura 1-28. Arquitectura WiMAX con el uso de diferentes estándares.....	64
Figura 1-29. Esquema de una red Mesh.....	65
Figura 2-1. Topología basada en Nodos de acceso y celdas.....	77
Figura 2-2. Anillo secundario Mariscal Sucre .....	78
Figura 2-3. Tramo de Red Primaria.....	79
Figura 2-4. Regletas de red primaria .....	79
Figura 2-5. Tramo de Red Primaria.....	81
Figura 2-6. Regletas de red secundaria .....	81

Figura 2-7. Cable telefónico multipar.....	89
Figura 2-8. Área de cobertura del Nodo Las Casas.....	90
Figura 2-9. ISAM 7302 .....	107
Figura 2-10. EchoLife HG520c.....	107
Figura 2-11. Set-top Box 7203 .....	108
Figura 2-12. Diagrama de la red de acceso para IPTV .....	108
Figura 2-13. Ventana de acceso al módem .....	109
Figura 2-14. Configuración Web del módem .....	110
Figura 2-15. Configuración WAN .....	110
Figura 2-16. Configuración DHCP .....	111
Figura 2-17. Ventana menú advanced.....	111
Figura 2-18. Configuración Port Mapping para Internet.....	112
Figura 2-19. Configuración Port Mapping para IPTV.....	112
Figura 2-20. Resumen configuración Port Mapping.....	113
Figura 2-21. SMARD CARD.....	113
Figura 3-1. Gráfica de la velocidad de transmisión en función de la atenuación. ....	116
Figura 3-2. Gráfica de la velocidad de transmisión en función del margen de ruido. ....	117
Figura 3-3. Gráfica de la velocidad de transmisión en función de la distancia. ....	118
Figura 3-4. Máxima velocidad de transmisión alcanzable para cada área de distrito. ....	121
Figura 3-5. Áreas de distrito habilitadas para brindar IPTV con el Paquete 1. Estándar de compresión MPEG-2. ....	122
Figura 3-6. Áreas de distrito habilitadas para brindar IPTV con el Paquete 2. Estándar de compresión MPEG-2.....	123
Figura 3-7. Áreas de distrito habilitadas para brindar IPTV con el Paquete 3. Estándar de compresión MPEG-2.....	124
Figura 3-8. Áreas de distrito habilitadas para brindar IPTV con el Paquete 1. Estándar de compresión MPEG-4.....	125
Figura 3-9. Áreas de distrito habilitadas para brindar IPTV con el Paquete 2. Estándar de compresión MPEG-4. ....	126
Figura 3-10. Áreas de distrito habilitadas para brindar IPTV con el Paquete 3. Estándar de compresión MPEG-4.....	127
Figura 3-11. Áreas de distrito habilitadas para brindar IPTV con el Paquete 4. Estándar de compresión MPEG-4.....	128
Figura 3-12. Áreas de distrito habilitadas para brindar IPTV con el Paquete 5. Estándar de compresión MPEG-4.....	129
Figura 3-13. Cobertura del servicio de IPTV en cada área de distrito al explotar al máximo la red de acceso. Estándar de compresión MPEG-2.....	130
Figura 3-14. Cobertura del servicio de IPTV en cada área de distrito al explotar al máximo la red de acceso. Estándar de compresión MPEG-4. ....	131

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Sistemas de televisión analógicos. ....	3
Tabla 1-2. Características generales del sistema ATSC. ....	4
Tabla 1-3. Características generales del sistema DVB.....	5
Tabla 1-4. Características generales del sistema ISDB. ....	6
Tabla 1-5. Características generales del sistema SBTVD.....	7
Tabla 1-6. Estándares MPEG para señales de audio. ....	17
Tabla 1-7. Ejemplo de los requisitos de conexión para IPTV.....	50
Tabla 1-8. Comparativa de ADSL. ....	54
Tabla 1-9. Resumen de las especificaciones PON.....	61
Tabla 1-10. Resumen del estándar 802.16.....	64
Tabla 1-11. Comparativa de las redes inalámbricas de largo alcance.....	68
Tabla 1-12. Requerimientos de ancho de banda en diferentes aplicaciones.....	71
Tabla 1-13. Arquitectura y distancia de cable. ....	72
Tabla 1-14. Distancia máxima del cable 1000BaseSX.....	73
Tabla 1-15. Distancia máxima del cable 1000BaseLX.....	73
Tabla 1-16. Resumen sobre los niveles físicos utilizados en la familia Ethernet.....	73
Tabla 1-17. Comparativa de los diferentes estándares IEEE 802.11.....	74
Tabla 2-1. Parámetros de Cable. <sup>□</sup> .....	89
Tabla 2-2. Configuración Port Mapping.....	112
Tabla 3-1. Parámetros de atenuación, margen de ruido y distancia en función de la velocidad.....	115
Tabla 3-2. Alternativas que brinda el servicio de IPTV comprimido con MPEG-2.....	119
Tabla 3-3. Alternativas que brinda el servicio de IPTV comprimido con MPEG-4.....	120

## RESUMEN

El presente Proyecto de Titulación se ha estructurado bajo métodos de investigación, pruebas de campo y análisis de resultados, proyecto que consta de cuatro capítulos desarrollados de la siguiente manera:

Capítulo I, este capítulo describe los fundamentos de la tecnología IP y características de los sistemas de audio y video, arquitectura, transporte, acceso y modo de funcionamiento de la plataforma IPTV junto a las diferentes tecnologías utilizadas en la actualidad para la distribución de IPTV. La entrega de los contenidos de IPTV utilizando otros tipos de redes trae consigo un conjunto de retos características que serán vistos en este capítulo.

En el Capítulo II se presenta el análisis de la plataforma de la red telefónica y el estado actual de la red de acceso en base a pruebas de campo que se han realizado en los tramos de la red de planta externa, pruebas y mediciones de los parámetros que caracterizan a la red.

El Capítulo III expone los resultados finales, área de cobertura del servicio de IPTV y propuestas del mejoramiento en la red de acceso para mantener una conexión y servicio de IPTV estables, con todas las funcionalidades que este servicio es capaz de ofrecer.

Las conclusiones y recomendaciones del Proyecto se muestran en el Capítulo IV.

## PRESENTACIÓN

La revolución digital ha hecho posible los servicios que eran inimaginables hace apenas 10 años. A la vanguardia de necesidades tecnológicas está la Televisión a través de IP (IPTV), Video bajo Demanda (VoD) y Televisión en alta definición (HDTV). Al combinar el protocolo de Internet (IP) con los sistemas de audio, video y multidifusión IP (*Multicast IP*) es posible la distribución de estos servicios innovadores y de alta tecnología.

Para seguir siendo competitivos en la convergencia de voz, vídeo y servicio de datos, las empresas de telecomunicaciones (TELCOS) han adoptado nuevas tecnologías de acceso para lograr mejores servicios a los hogares de los abonados. Utilizando la misma infraestructura de red a través del par de cobre en la que se brindan servicios de voz y datos, las empresas de telecomunicaciones pretenden agregar servicios de televisión a través del protocolo de internet (IPTV) y vídeo bajo demanda (VoD) para que los espectadores puedan ahora optar por ver la programación en sus televisores. Sin embargo, el agregar vídeo a una red presenta muchos desafíos, que deben ser superados, con el fin de mantener la calidad de emisión a través de una conexión IP.

El presente proyecto recopila y analiza información sobre toda la plataforma IPTV, con la finalidad de conocer los requerimientos necesarios de este nuevo servicio. Además, se presenta un análisis de la red de acceso desplegada por la Corporación Nacional de Telecomunicaciones en el sector de Las Casas de la ciudad de Quito para determinar el estado actual de la red, y junto al análisis de la plataforma IPTV proponer las mejoras necesarias para brindar este servicio.

---

# *Capítulo 1*

**FUNDAMENTOS DE LA TECNOLOGÍA IP  
Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE  
AUDIO Y VIDEO**

## **1.1 ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE AUDIO Y VIDEO EN TELEVISIÓN**

### **1.1.1 EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TELEVISIÓN**

La televisión, también conocida como TV, se trata de un sistema de telecomunicaciones para la transmisión/recepción de video y sonido a distancia. Para la mayoría de la gente el medio de transmisión de la señal de televisión es el aire, es decir, las ondas electromagnéticas. Pero también existen otros métodos de transmisión, como por ejemplo el cable que forman los sistemas de TV por cable.

#### **1.1.1.1 Procesamiento analógico de televisión. Formato y estándares**

En la actualidad, en Ecuador aún existe la televisión analógica y su modo de llegar a los hogares es mediante las ondas electromagnéticas en las bandas de VHF y UHF.

Pronto salieron las redes de cable que distribuían canales por ciudades,<sup>[1]</sup> estas redes deben tener una banda del espectro asignada más que nada para poder realizar la sintonía de los canales que llegan por el aire junto con los que llegan por cable para no ofrecer interferencias al usuario final y poder disfrutar de los dos métodos de distribución (terrestre y cable).

Otra forma de realizar esta distribución, también con señal analógica, es mediante la utilización del satélite, que permite la llegada de la señal a zonas muy remotas y de difícil acceso. Este sistema realiza dos funciones fundamentales, la de permitir los enlaces de las señales desde un punto de la tierra a otro, mediante enlaces de microondas, y la distribución de la señal en modo de difusión. La transmisión vía radio es la más popular y la más extendida.

En la actualidad existen tres formas de representar la señal analógica de televisión, que son:

---

<sup>1</sup> LLORET, Jaime. GARCÍA, Miguel. BORONAT, Fernando. "IPTV: la televisión por Internet", Editorial Vértice, Málaga, 2008; pág. 6

-NTSC<sup>a</sup>: *National Television System Committee*

-PAL: *Phase Alternation Line*

-SECAM: *Système Electronique Couleur Avec Memoire*

Las características principales de los sistemas se muestran en la Tabla 1-1.

SISTEMA	NTSC	PAL	SECAM
Líneas por trama	525	625	625
Cuadros por segundo	60	50	50
Video ancho de banda [MHz]	4,2	5	6
Portadora de sonido [MHz]	4,5	5,5	6,5
Funcionamiento desde	1941/54	1967	1967

**Tabla 1-1.** Sistemas de televisión analógicos.<sup>[2]</sup>

Los servicios de vídeo en el Ecuador se transmiten de acuerdo a la norma M del sistema NTSC de televisión en color con las características técnicas que establece la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)<sup>b</sup>. A medio plazo el sistema de televisión analógico desaparecerá completamente liberando frecuencias que permitirán aumentar la oferta de canales, su calidad y otros servicios en TDT. Todos los países están evolucionando sus sistemas hacia la televisión digital terrestre (TDT).

#### 1.1.1.2 Procesamiento digital de televisión. Formato y estándares

Esta forma de difusión se ha mantenido con el nacimiento de la televisión digital con la ventaja de que el tipo de señal es muy robusta a las interferencias y la norma de emisión está concebida para una buena recepción. También hay que decir que acompaña a la señal de televisión una serie de servicios extras que dan un valor añadido a la programación y que en la normativa se ha incluido todo un campo para la realización de la televisión de pago en sus diferentes modalidades.

<sup>2</sup> [http://videopreservation.conservation-us.org/dig\\_mig/index.html](http://videopreservation.conservation-us.org/dig_mig/index.html)

<sup>a</sup> El NTSC funciona desde 1941 en blanco y negro y desde 1954 en color. Los sistemas europeos convergieron a 625 líneas, recomendado por el CCIR-1970 (actual ITU-R).

<sup>b</sup> UIT, (Unión Internacional de Telecomunicaciones). Organismo especializado de las Naciones Unidas encargado de regular las telecomunicaciones a nivel internacional, entre las distintas administraciones y empresas operadoras.

En la actualidad se encuentran disponibles cuatro estándares de transmisión y recepción de Televisión Digital, a saber: ATSC, DVB, ISDB y DTMB, considerando que en Brasil se utiliza un estándar propio denominado como ISDB-Internacional. Los estándares descritos están operando en varios países, y cada uno de los sistemas de Televisión Digital presentan fortalezas y debilidades en diversos aspectos, y ninguno se destaca en forma absoluta.

#### 1.1.1.2.1 Comité de Sistemas Avanzados de Televisión (ATSC)

El Comité de Sistemas Avanzados de Televisión (*Advanced Television System Committee*, ATSC) es una organización internacional que crea normas para la televisión digital.<sup>[3][4]</sup>

##### 1.1.1.2.1.1 Características generales

ATSC describe un sistema para transmisión de video, audio y datos a 19,4 Mbps a través de un canal convencional de 6 MHz. Una transmisión ATSC puede portar una señal de televisión de alta definición (HDTV), o varios programas diferentes con definición estándar (SDTV). Características generales ver Tabla 1-2.

CARACTERÍSTICAS	ESTÁNDAR	OBSERVACIONES
Ancho de banda por canal	6 MHz	Igual al estándar de TV analógica NTSC
Tipo de modulación	8-VSB o 16-VSB	8-VSB: Terrestre 16-VSB: Cable y Satelital
Estándar de compresión	MPEG-2 (Video) Dolby AC-3 (Audio)	
Relación de aspecto	4:3 (SDTV) 16:9 (HDTV)	SDTV: Televisión de definición estándar HDTV: Televisión de alta definición
Máxima resolución	Vertical: 1080 líneas Horizontal: 1920 pixeles	El estándar permite otras resoluciones menores para SDTV y computadoras

**Tabla 1-2.** Características generales del sistema ATSC.<sup>[5]</sup>

ATSC permite incluir datos adicionales en la transmisión, como canales adicionales de audio, servicios especiales para personas con discapacidades visuales o auditivas, o canales de comentarios.

<sup>3</sup> Tesis EPN. Tierra Cacuango Diego Oswaldo, Silva Pulgar Juan Carlos. "Estudio de los aspectos técnicos y comerciales a considerarse para la implementación del servicio de televisión digital terrestre en las condiciones actuales del país"

<sup>4</sup> <http://atscforum.org/loader.html>

<sup>5</sup> <http://www.cinit.org.mx>

### 1.1.1.2.2 Digital Video Broadcasting (DVB)

Digital Video Broadcasting (DVB) es una organización<sup>[6]</sup> encargada de crear y proponer los procedimientos de estandarización para la televisión digital, en especial para HDTV, televisión vía satélite y comunicaciones de datos vía satélite.

#### 1.1.1.2.2.1 Características generales

DVB fue diseñado para transmitir información de audio y video, codificada de acuerdo al estándar MPEG-2, de 14,9 Mbps hasta 23.75 Mbps a 6 MHz, provee servicios interactivos mediante canales de retorno sobre varios medios (GSM, satelital, etc.) y protocolos IP. La Tabla 1-3 muestra las características generales.

CARACTERÍSTICAS	ESTÁNDAR	OBSERVACIONES
Ancho de banda por canal	8 MHz	Igual al estándar de televisión analógica PAL
Tipo de modulación	COFDM (con mapeo QPSK o QAM)	Modo 2k (1,705 subportadoras de datos y auxiliares) Modo 8k (6,817 subportadoras de datos y auxiliares)
Estándar de compresión	MPEG-2 (Video) AC-3, DTS o musicam (Audio)	
Relación de aspecto	4:3 (SDTV) 16:9 (HDTV)	SDTV: Televisión de definición estándar HDTV: Televisión de alta definición
Máxima resolución	Vertical: 1152 líneas Horizontal: 1920 pixeles	El estándar permite otras resoluciones menores para SDTV y computadoras

**Tabla 1-3.** Características generales del sistema DVB.<sup>[7]</sup>

Los sistemas utilizados según el tipo de canal son los siguientes: para satélite el DVB-S, para cable el DVB-C y para terrestre DVB-T, con una variante para la televisión terrestre en dispositivos portátiles que es el DVB-H.

### 1.1.1.2.3 Transmisión Digital de Servicios Integrados (ISDB)

Transmisión Digital de Servicios Integrados (*Integrated Services Digital Broadcasting, ISDB*) es el estándar de televisión y radio digital<sup>[8][9]</sup> que Japón ha creado para permitir a las estaciones de radio y televisión la conversión a digital.

<sup>6</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/DVB>

<sup>7</sup> <http://www.cinit.org.mx>

<sup>8</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/ISDB-T>

<sup>9</sup> <http://www.scribd.com/doc/7353160/07-TelevisiOn-Digital-Atsc-y-Dvb>

#### 1.1.1.2.3.1 Características generales

El estándar ISDB especifica la distribución de video digital por satélite, cable y terrestre, este último incluyendo terminales móviles. Además ISDB también define conexiones de datos (transmisión de datos, líneas telefónicas, teléfonos móviles, redes de área local cableadas e inalámbricas, etc.). La Tabla 1-4 muestra las características generales del sistema ISDB.

CARACTERÍSTICAS	ESTÁNDAR	OBSERVACIONES
Ancho de banda por canal	6 MHz	Igual al estándar de televisión analógica NTSC
Tipo de modulación	BST-OFDM (con 13 segmentos de frecuencia DQPSK, QPSK, 16 QAM 64QAM)	Modo 2k (1,705 subportadoras de datos y auxiliares), Modo 4K y Modo 8k FFT(6,817 subportadoras de datos y auxiliares)
Estándar de compresión	MPEG-2 (Video) MPEG-2 AAC (Audio)	
Relación de aspecto	4:3 (SDTV) 16:9 (HDTV)	SDTV: Televisión de definición estándar HDTV: Televisión de alta definición
Máxima resolución	Vertical: 1080 líneas Horizontal: 1920 pixeles	El estándar permite otras resoluciones menores para SDTV y computadoras

**Tabla 1-4.** Características generales del sistema ISDB.<sup>[10]</sup>

#### 1.1.1.2.4 Transmisión Digital Terrestre Multimedia (DTMB)

Transmisión Digital Terrestre Multimedia (Digital Terrestrial Multimedia Broadcast, DTMB) es el estándar de televisión digital terrestre<sup>[11]</sup> para terminales fijos y móviles de la República Popular China, que incluye a Hong Kong y Macao. Adoptado como estandar nacional el 2006, siendo denominado GB 20600-2006.

##### 1.1.1.2.4.1 Características generales

La transmisión de datos es implementada mediante el estándar TDS-OFDM (Time Domain Synchronuous-Orthogonal Frequency-Division Multiplexing), el cual, de acuerdo con la universidades de Shanghái Jiao Tong y Tsinghua, es capaz de transmitir calidades "aceptables" de señal para receptores HDTV moviéndose a velocidades de hasta 200 Km/h.

<sup>10</sup> [www.cinit.org.mx](http://www.cinit.org.mx)

<sup>11</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/DTMB>

La norma también cuenta con el apoyo del servicio móvil de televisión digital en dispositivos móviles. Además de esto, el radio de la zona con cobertura de la señal utilizando el estándar DTMB es de 10 km más largo que la aplicación europea, DVB-T. La propia norma no restringe el uso de cierto número de códecs de vídeo que se utilizarán en la transmisión de señales de televisión digital, de modo que cada televisora tiene la facultad de usar cualquiera de los códecs que admite vídeo de alta definición.

A pesar de las ventajas existen otros problemas con esta norma. Aunque la norma soporta los esquemas de modulación de portadora sencilla como de portadora doble, no se han definido los estándares de codificación de vídeo por defecto, por ello el costo de la investigación, el desarrollo y la complejidad del circuito integrado para esta norma se incrementarán.

#### 1.1.1.2.5 Sistema Brasileño de Televisión Digital-Terrestre (SBTVD-T)

Brasil, que utilizaba el sistema analógico TV PAL-M, ha decidido adaptar el estándar ISDB-T<sup>[12]</sup> a las necesidades de dicho país, llamándolo SBTVD-T (Sistema Brasileiro de Televisão Digital-Terrestre, Sistema Brasileño de Televisión Digital-Terrestre) o ISDB-Tb (ISDB-T Built-in, IDSB-T incorporado).

Transmisión codificación del canal	Esquema de modulación	64QAM-OFDM, 16QAM-OFDM, QPSK-OFDM, QPSK-OFDM (Transmisión jerárquica)
	Intervalo de protección	1 / 16, 1 / 8, 1 / 4
	Tipo de modulación	BST-OFDM (estructura segmentada OFDM - 13 segmentos)
Acceso condicional	Multi-2	
Middleware	Ginga Middleware: Ginga-NCL (medio ambiente declarativo) y Ginga-J (medio ambiente de procedimiento)	
Multiplexación	MPEG-2 Systems	
Codificación de audio	Non-Mobile/Mobile	Estéreo: MPEG-4 AAC @ nivel 2 o MPEG-4 HE-AAC v1 @ L2 Multi-Canal 5.1: MPEG-4 AAC @ L4 o MPEG-4 HE-AAC v1 @ L4
	Portátil	Sólo estéreo: MPEG-4 HE-AAC v2 @ L2
Codificación de vídeo	Non-Mobile/Mobile	MPEG-4 AVC (H.264) HP @ L4
	Portátil	MPEG-4 AVC (H.264) BP@L1.3

**Tabla 1-5.** Características generales del sistema SBTVD.<sup>[13]</sup>

<sup>12</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/ISDB-T>

<sup>13</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/SBTVD>

Además, es posible utilizar SBTVD/ISDB-Tb en 6 MHz, 7 MHz o 8 MHz si es requerido porque el sistema es totalmente compatible.<sup>[14]</sup> La Tabla 1-5 muestra las características generales del sistema SBTVD.

### **1.1.1.3 Modalidades de difusión de la televisión**

Como ya se ha mencionado antes el video se lo puede procesar analógica o digitalmente, independientemente de la forma de procesamiento del video existen varias modalidades de difusión de la señal de televisión a saber, radiodifusión terrestre, por cable, y satelital. Es importante mencionar que existen concesiones de canales de televisión abierta y concesiones de sistemas de audio y video por suscripción. A estas modalidades de difusión de la señal de televisión, se está uniendo el protocolo IP. Otra forma de transmitir la misma información utilizando redes IP, que hasta hace muy poco, solo se usaba para la transmisión de datos.

#### *1.1.1.3.1 Televisión por Radiodifusión Terrestre*

Son estaciones de comunicación unilateral de audio, video y datos, difundidas a través de ondas electromagnéticas, la señal de televisión se puede difundir de manera abierta o por suscripción utilizando códigos que permiten que su recepción no esté dirigida al público en general.<sup>[15]</sup>

##### *1.1.1.3.1.1 Televisión Analógica Terrestre*

### **SISTEMA DE TELEVISIÓN SEÑAL ABIERTA**

Son estaciones de comunicación unilateral de audio, video y datos, difundidas a través de ondas electromagnéticas, este servicio de radiocomunicaciones cuyas emisiones contienen señales audiovisuales se destinan a ser recibidas directamente por el público en general, y se encuentran agrupadas en canales que pueden ser captados por cualquier dispositivo de recepción de televisión.<sup>[16]</sup>

El Plan Nacional de Frecuencias<sup>6</sup> en el Ecuador establece las siguientes bandas VHF y UHF para los servicios de radiodifusión de televisión abierta:

<sup>14</sup> FORUM SBTVD Sistema Brasileiro de Televisión Digital Terrestre. <http://www.forumsbtvd.org.br>

<sup>15</sup> <http://www.conartel.gov.ec/web/guest/30>

<sup>16</sup> <http://www.conartel.gov.ec/web/guest/32>

Banda VHF:

Banda I (54 a 72 MHz; Canales 2 al 4 y de 76 a 88 MHz; Canales 5 a 6)

Banda III (174 a 216 MHz, Canales 7 al 13)

Banda UHF:

Banda IV (500 a 608 MHz, Canales 19 al 36 y de 614 a 644 MHz, Canales 38 al 42)

Banda V (644 a 686 MHz, Canales 43 al 49)

## **SISTEMA TELEVISIÓN SEÑAL CODIFICADA**

Un sistema de televisión codificada terrestre<sup>[17]</sup> es aquel que emplea técnicas de codificación para señales de video programadas desde un Head End<sup>d</sup>, los sistemas de televisión codificada terrestre realizan la emisión mediante uno o más sistemas de transmisión aéreo multicanal, en modalidad punto – multipunto hacia los suscriptores dentro del área de operación autorizada para el sistema.

Por ello se distinguen sistemas de televisión codificada terrestre: MMDS (Servicio de Distribución Multicanal Multipunto, Multichannel Multipoint Distribution Services), y LMDS (Servicio de Distribución Local Multipunto, Local Multipoint Distribution Service).

### *1.1.1.3.1.2 Televisión Digital Terrestre (TDT)*

La Televisión Digital Terrestre<sup>[18]</sup> (TDT) es el resultado de la aplicación de las tecnologías del medio digital a la señal de televisión analógica, para luego transmitirla por medio de ondas electromagnéticas, es decir, aquellas que se transmiten por la atmósfera sin necesidad de cable o satélite y se reciben por medio de antenas VHF/UHF convencionales. Aplicando la tecnología digital se consigue un mejor uso del espectro disponible, lo que puede utilizarse para proveer un mayor número de canales, mejor calidad de imagen o imagen en alta definición y mejor calidad de sonido.

<sup>17</sup> <http://www.conartel.gov.ec/web/guest/121>

<sup>18</sup> <http://www.clubse.com.ar> "TDT: Televisión Digital Terrestre"

<sup>c</sup> La aprobación técnica de estaciones de televisión VHF y UHF, se basa en la Norma Técnica para el servicio de Televisión Analógica y Plan de Distribución de Canales para el Servicio de Radiodifusión de Radiodifusión de Televisión, publicada en el Registro Oficial N° 335 del 29 de mayo del 2001 y de la Ley y Reglamento de Radiodifusión y Televisión vigente.

<sup>d</sup> Head End. Estación de recepción y procesamiento de señales televisivas satelitales y terrestres.

La TDT al igual que la televisión analógica emplea ondas electromagnéticas para emitir los contenidos por lo tanto aprovecha la actual red de antenas y repetidoras terrestres existentes (ver Figura 1-1), La gran diferencia respecto a la televisión analógica es que en la etapa previa a la difusión de los contenidos estos son digitalizados, comprimidos y adaptados al canal de transmisión es decir el espacio radioeléctrico, ya en casa del usuario lo que se necesita incorporara al televisor es un dispositivo receptor o decodificador de la señal de TDT capaz de transformar esa información digital en información directamente visual en el televisor.

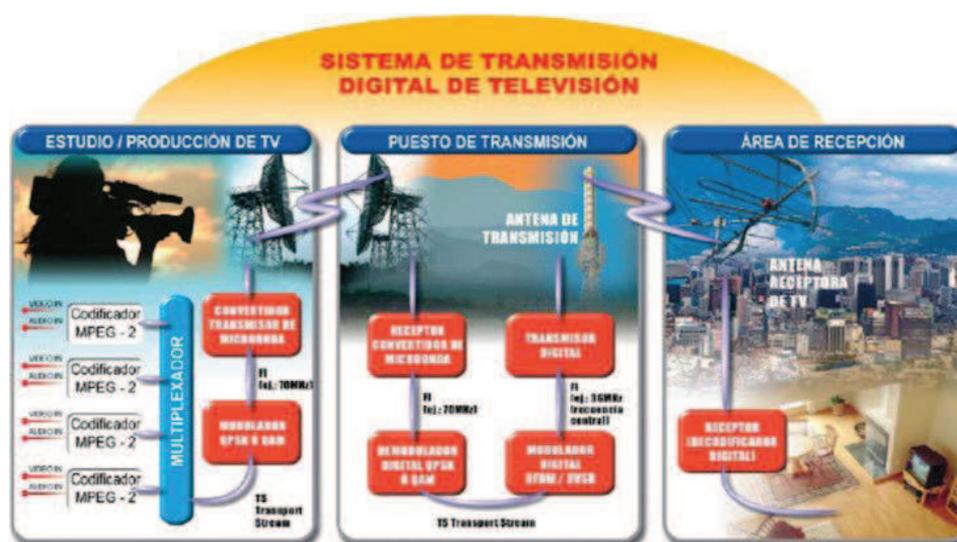


Figura 1-1 Estructura de un sistema de multiprograma de TV digital.<sup>[19]</sup>

#### 1.1.1.3.2 Televisión por cable

Un sistema de Audio y Video por suscripción bajo la modalidad de cable físico es una red cerrada que provee el servicio limitado de difusión de señales de televisión por cable y está conformado por cuatro elementos estructurales principales<sup>[20]</sup>: (Ver Figura 1-2)

- Cabecera (*Head End*),
- Red Troncal,
- Red de Distribución y la
- Red del Suscriptor

<sup>19</sup> Tesis EPN. Tierra Cacuango Diego Oswaldo, Silva Pulgar Juan Carlos. "Estudio de los aspectos técnicos y comerciales a considerarse para la implementación del servicio de televisión digital terrestre en las condiciones actuales del país"

<sup>20</sup> <http://www.conartel.gov.ec/web/guest/154>

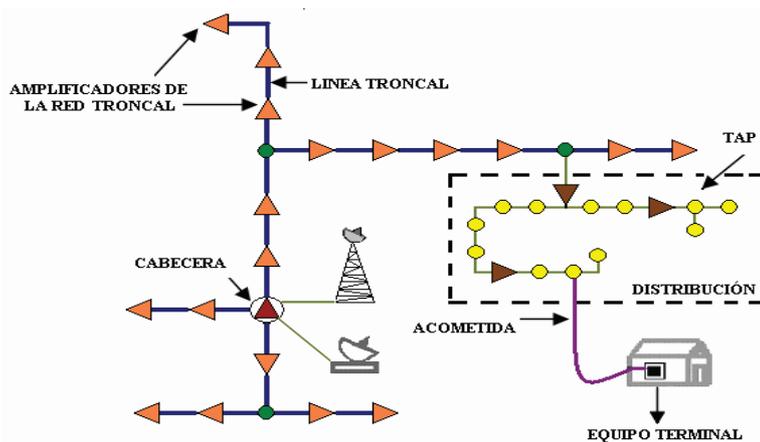


Figura 1-2. Elementos de una red televisión por cable.<sup>[21]</sup>

### 1.1.1.3.3 Televisión por satélite

El servicio de radiodifusión por satélite<sup>22</sup> es aquel servicio de radiocomunicaciones en el cual las señales emitidas o retransmitidas por estaciones espaciales están destinadas a la recepción directa por el público en general.

Los sistemas de televisión codificada por satélite, conocidos como Sistemas DTH (Direct-To-Home), son sistemas de televisión destinados a la distribución de señales audiovisuales directamente a los suscriptores desde satélites geoestacionarios, que operan en la banda 11.45 – 12.20 GHz (Down Link), con capacidad de 125 canales consecutivos de audio y video, de 6 MHz de ancho de banda, de acuerdo al formato NTSC.

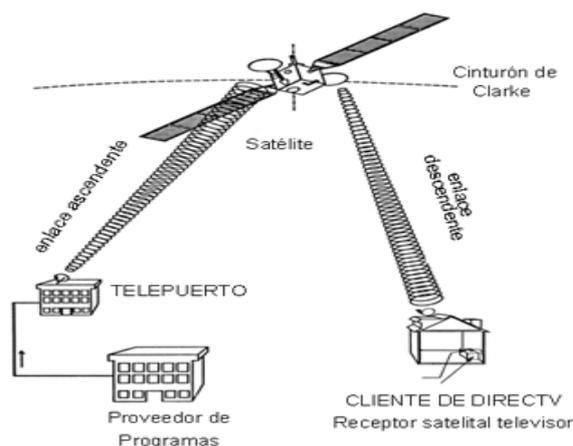
El sistema de televisión satelital<sup>e</sup> o DTH (Direct to Home) está compuesto por tres elementos básicos (Figura 1-3):

1. El Telepuerto que transmite la señal de los programadores hacia el satélite ubicado en la órbita sobre el Ecuador a 36.000 Km de altura.
2. El satélite recibe la señal y la transmite de regreso a la Tierra.
3. Una antena parabólica que se instala en el lugar de recepción y transfiere esa señal al decodificador conectado al televisor.

<sup>21</sup> [http://www.cinit.org.mx/content/images/image004\\_0012.gif](http://www.cinit.org.mx/content/images/image004_0012.gif)

<sup>22</sup> <http://www.conartel.gov.ec/web/guest/156>

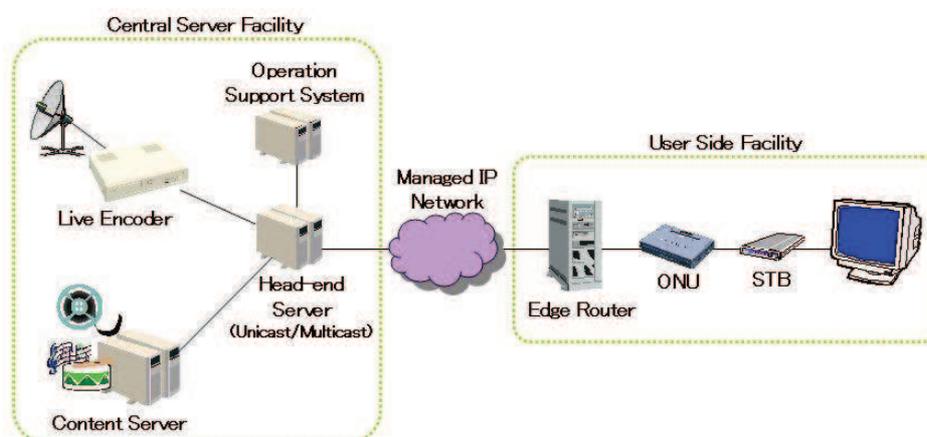
<sup>e</sup> La aprobación técnica de las estaciones de servicios de Televisión Codificada Satelital, se basa en el Reglamento para Sistemas de Audio y Video por Suscripción, Registro Oficial N° 325 de 24 de noviembre de 1999, de la Ley y Reglamento de Radiodifusión y Televisión vigente.



**Figura 1-3.** Componentes de una red de televisión satelital.<sup>[23]</sup>

#### 1.1.1.3.4 Televisión sobre IP

Televisión sobre IP, IPTV son las siglas de Internet Protocol Television<sup>[24]</sup>. Se trata de la distribución y difusión de la televisión de alta calidad y video/audio bajo demanda sobre redes de banda ancha. La plataforma IPTV ofrece posibilidades innovadoras, aplicaciones interactivas que las dotan de valor añadido, es extremadamente fácil que los datos se muevan desde el operador del servicio a la casa, y viceversa (ver Figura 1-4). Estaríamos sentados frente al televisor como si se tratase de la pantalla del ordenador, por lo que tendríamos acceso a todo tipo de información, podríamos tener acceso no solo a contenidos televisivos sino también a contenidos e-learning, e-mail, televotos, juegos en línea, etc.



**Figura 1-4.** Estructura del sistema de IPTV.<sup>[25]</sup>

<sup>23</sup> <http://www.directv.com>.

<sup>24</sup> <http://sociedaddelainformacion.telefonica.es/jsp/articulos/detalle.jsp?elem=4642>

<sup>25</sup> Publicación de la UIT "Document 20 – E TSB Director's Consultation Meeting On IPTV Standardization".

## 1.1.2 AUDIO, VIDEO Y PROTOCOLOS DE TRANSMISIÓN. FORMATOS Y CARACTERÍSTICAS

### 1.1.2.1 Niveles de calidad del video

Al hablar de los diferentes niveles de calidad del video nos referimos al nivel o grado de definición de la imagen,<sup>[26][27]</sup> es decir, el nivel de precisión con el que percibimos una imagen, entendiéndose como precisión a la capacidad de apreciar objetos y/o detalles de pequeño tamaño dentro de la imagen analizada. La abreviatura SD significa "Definición Estándar", mientras que HD significa "Alta Definición", y ambas se refieren a formatos de emisión de señales tanto analógicas como digitales.

#### 1.1.2.1.1 Definición estándar

La definición estándar<sup>28</sup> (*standard definition, SD*), es la resolución de vídeo dominante desde el origen de la televisión con sus sistemas de procesamiento de video analógico entre los más utilizados: NTSC y PAL. Estos sistemas establecen, como se forman las imágenes en la pantalla, es decir, el número de líneas verticales en cada frame o fotograma: 625 en PAL y 525 en NTSC, pero las líneas efectivas de imagen son, respectivamente, 576 (PAL) y 480 (NTSC). Las imágenes se muestran a una velocidad entre 25 hasta los 29,97 cuadros por segundo en NTSC, y de 25 para formato PAL.

#### 1.1.2.1.2 Alta definición

La señal de video de Alta Definición<sup>[29]</sup> (*high definition, HD*), se muestra en la emisión de TV de alta definición (HDTV), dispositivos de almacenamiento DVD de alta definición (HD-DVD), cámaras digitales de alta definición (HD-CAM), VHS de alta definición (D-VHS), y ésta representa el avance más importante en cuanto a calidad de imagen. Con la HDTV, las imágenes resultan más limpias y nítidas, excepcionalmente detalladas y con una increíble riqueza de colores.

---

<sup>26</sup> <http://valetron.eresmas.net/Conceptosbasicostvdigital.htm>

<sup>27</sup> <http://www.dslrmagazine.com/digital/video-digital/full-hd-clarificando-2.html>

<sup>28</sup> <http://www.tuexperto.com/2007/09/23/que-es-la-hdtv-mejorando-la-definicion-estandar/>

<sup>29</sup> <http://valetron.eresmas.net/Conceptosbasicostvdigital.htm>

Las emisiones de alta definición se pueden recibir en dos formatos: 720p y 1080i. 720p se refiere a una imagen de 720 por 1280 pixeles producida por un barrido progresivo con esto se obtienen imágenes más claras y nítidas. 1080i se refiere a una imagen de 1080 por 1920 pixeles producida por un barrido entrelazado con esto se obtiene mayor detalle en las imágenes.

### 1.1.2.2 Formatos de compresión MPEG

El principio básico de MPEG<sup>f</sup> (Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento)<sup>[30][31]</sup> es comparar entre dos imágenes para que puedan ser transmitidas a través de la red, y usar la primera imagen como imagen de referencia enviando tan solo las partes de las siguientes imágenes. El MPEG utiliza códecs (codificadores-decodificadores), de esta manera las muestras tomadas de imagen y sonido son troceadas en pequeños segmentos, transformadas en espacio-frecuencia, cuantificadas y codificadas.

#### 1.1.2.2.1 Compresión de video

### MPG-2 Video

MPEG-2 es para la codificación genérica de imágenes en movimiento y el audio asociado<sup>[32]</sup> que crea un flujo de vídeo mediante tres tipos de datos de marco (cuadros intra, cuadros posteriores predecibles y cuadros predecibles bi-direccionales) arreglados en un orden específico llamado “La estructura GOP” (grupo de imágenes, *Group of Pictures*).

MPEG-2 admite flujos de vídeo escaneado de manera tanto progresiva como entrelazada. En flujos de escaneo progresivo, la unidad básica de codificación es un campo. Los términos genéricos “cuadro” e “imagen” se refieren tanto a los campos o cuadros, dependiendo del tipo de flujo. El flujo MPEG-2 está hecho de

<sup>30</sup> [http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing\\_ond\\_1/trabajos\\_01\\_02/formatos\\_audio\\_digital/html/mpegformat.htm](http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_01_02/formatos_audio_digital/html/mpegformat.htm)

<sup>31</sup> Tesis EPN. Melaños Salazar, Carla Verónica - Diseño de un sistema de televisión sobre IP para la Empresa Portadora Telconet, para la zona urbana del Distrito Metropolitano de Quito

<sup>32</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/MPEG-2>

<sup>f</sup> MPEG, es un grupo de ISO/IEC (*International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission*) encargada del desarrollo internacional de estándares para la compresión, descompresión, procesado y representación codificada de vídeo, audio y su combinación.

una serie de cuadros de imágenes codificadas. Las tres maneras de codificar una imagen son: intra-codificado (cuadro I), predecible posterior (cuadro P) y predecible bi-direccional (cuadro B).

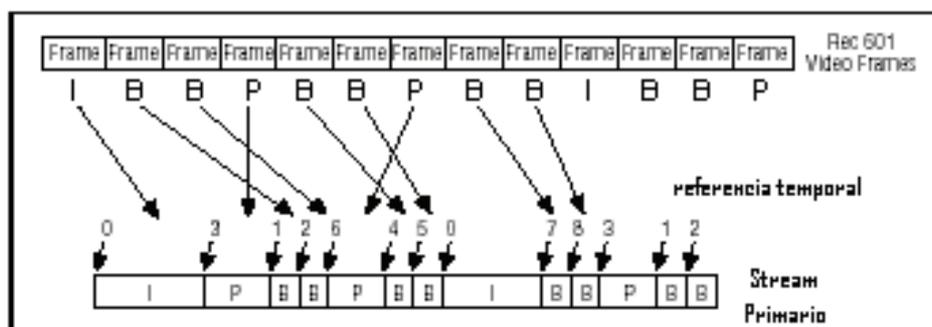


Figura 1-5. Concepto del Grupo de Imágenes respecto al flujo MPEG-2.<sup>33</sup>

La Figura 1-5 introduce el concepto de GOP (*Group of Pictures*). Cada GOP comienza con una imagen *I* y tiene imágenes *P* espaciadas regularmente. Las restantes son imágenes *B*. El GOP está definido hasta la última imagen antes de la siguiente imagen *I*. Claramente, si los datos de las imágenes *B* van a ser tomados de imágenes futuras, esas imágenes deben estar disponibles tanto en el codificador como en el decodificador. La Figura 1-5 también muestra que las imágenes *P* son enviadas antes que las *B*. Cabe notar además, que las últimas imágenes *B* no pueden ser enviadas sino hasta que la siguiente imagen *I* del siguiente GOP sea transmitida, ya que se requiere de este dato para codificar bidireccionalmente dichas imágenes *B*. Con el fin de regresar las imágenes en su secuencia correcta, se introduce una referencia de tiempo en cada imagen.

MPEG-2 fue diseñado para video digital de alta calidad (DVD), TV digital de alta definición (HDTV), medios de almacenamiento interactivo (ISM), retransmisión de video digital (*Digital Video Broadcasting*, DVB) y Televisión por cable (CATV). El codificador de video MPEG-2 tiene un menor costo que otro tipo de codificadores, su tecnología es confiable ya que ha madurado con el tiempo, pero no es muy eficiente en la compresión de la señal.

<sup>33</sup> <http://ie.fing.edu.uy/ense/asign/codif/material/monografias/2002-01.pdf>

## MPEG-4 Video

MPEG-4 o conocida formalmente como “Codificación de Objetos Audiovisuales”, define una norma para la codificación audiovisual que satisfaga las nuevas necesidades de comunicación, interacción, servicios de emisión u otros servicios resultantes de la convergencia de distintas tecnologías que normalmente se encontraban separadas; como son los casos de la televisión interactiva, computación y telecomunicaciones.<sup>[34]</sup>

MPEG-4 utiliza un lenguaje conocido como BIFS (*Binary Format For Scenes*), que permite añadir y borrar objetos, cambiar sus propiedades visuales o acústicas. Este lenguaje se relaciona directamente con el VRML (*Virtual Reality Modelling Language*) muy utilizado para describir objetos de tres dimensiones en Internet y su interacción con los usuarios.

Con este estándar se puede representar de manera eficiente varios tipos de datos y una serie de funcionalidades adicionales:

- Video de alta calidad, aplicaciones de difusión.
- Música y voz con un buen ancho de banda.
- Objetos 3D genéricos y específicos; es decir caras y cuerpos humanos.
- Capacidad para codificar eficientemente datos como: video, texto, gráficos, imágenes y conferencias.
- Bajos niveles de error para altas transmisiones de datos comprimidos sobre canales ruidosos.
- Capacidad de interactuar en escenas audiovisuales generadas en el receptor.
- Multimedia en Internet, comunicaciones interpersonales, etc.

---

<sup>34</sup> Tesis EPN. Melaños Salazar, Carla Verónica - Diseño de un sistema de televisión sobre IP para la Empresa Portadora Telconet, para la zona urbana del Distrito Metropolitano de Quito

### 1.1.2.2.2 Compresión digital audio

#### MPEG 2 Audio

Para las señales de audio, MPEG ha definido los estándares<sup>[35]</sup> MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 y MPEG-7, cuyas características podemos observar en la Tabla 1-6.

Nombre	Estándar	Características
MPEG-1	ISO/IEC 11172-3	Proporciona codificación de un canal (mono) o dos canales (estéreo o mono dual) con tasas de muestreo de 32, 44.1 y 48 ksps. Las tasas de bits ( <i>bitrates</i> ) predefinidas son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Capa I:</b> De 32 a 448 kbps</li> <li>• <b>Capa II:</b> De 32 a 384 kbps</li> <li>• <b>Capa III:</b> De 32 a 320 kbps</li> </ul>
MPEG-2 BC	ISO/IEC 13818-3	Proporciona: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una extensión multicanal compatible con MPEG-1 (<i>Backwards Compatible: BC</i>). Permite hasta 5 canales principales y un canal de mejora de bajas frecuencias. Las tasas binarias se extienden hasta valores próximos a 1 Mbps.</li> <li>• Una extensión para tasas de muestreo menores. Ofrece tasas a 16, 22.05 y 24 ksps para <i>bitrates</i> de 32 a 256 kbps para la Capa I y de 8 a 160 kbps para las Capas II y III.</li> </ul>
MPEG-2 AAC	ISO/IEC 13818-7	Es un estándar de codificación audio de muy alta calidad de hasta 48 canales con tasas de muestreo desde 8 a 96 ksps con capacidades multicanal, multilenguaje y multiprograma. Trabaja a <i>bitrates</i> desde 8 kbps para señal monofónica de voz hasta más de 160 kbps/canal para codificación de muy alta calidad.
MPEG-4	ISO/IEC 14496-3	Proporciona: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Codificación y composición de objetos audio tanto naturales como sintetizados.</li> <li>• Escalabilidad en el <i>bitrate</i>.</li> <li>• Escalabilidad en la complejidad de los codificadores y decodificadores.</li> <li>• Audio Estructurado: Lenguaje universal para la síntesis de sonido.</li> <li>• TTSI: Interfaz para la conversión de texto a voz.</li> </ul>
MPEG-7	ISO/IEC 15938	Proporciona: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripciones estandarizadas y esquemas de descripción de estructuras y contenido de audio.</li> <li>• Un lenguaje para esas descripciones y esquemas de descripciones.</li> </ul>

**Tabla 1-6.** Estándares MPEG para señales de audio.<sup>[36]</sup>

<sup>35</sup> [http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing\\_ond\\_1/trabajos\\_01\\_02/formatos\\_audio\\_digital/html/mpegformat.htm](http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_01_02/formatos_audio_digital/html/mpegformat.htm)

<sup>36</sup> [www.lpi.tel.uva.es](http://www.lpi.tel.uva.es)

### 1.1.2.3 Protocolo de comunicaciones y streaming de video

Figura 1-6 intenta hacer referencia a la pila del Modelo de Referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) desarrollado por la Organización Internacional de Estándares (ISO),<sup>[37]</sup> junto al modelo TCP/IP.

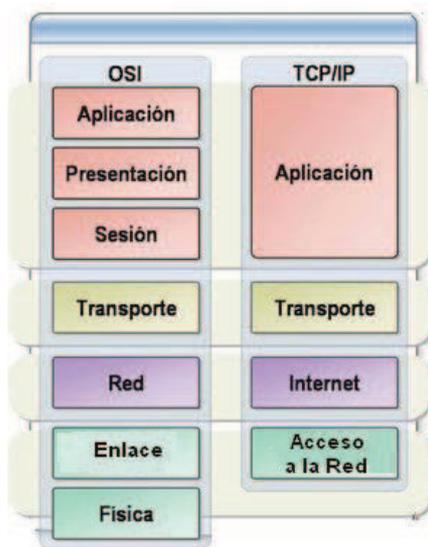


Figura 1-6. Modelo OSI & Modelo TCP/IP.<sup>[38]</sup>

Algunos protocolos que corren en cada capa del Modelo TCP/IP son:

**Capa de Aplicación:** Incluye las capas de Aplicación, Presentación y Sesión:  
 HTTP(*Hypertext Transport Protocol*); SMTP (*Simple Mail Transport Protocol*); FTP(*File Transport Protocol*); HTTPS (*Hypertext Transport Protocol Secure*); DNS(*Domain Name System*); DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*); otros.

**Capa de Transporte:** Incluye la capa de Transporte, se encarga de aspectos de seguridad en el envío de la información con protocolos: TCP (*Transport Control Protocol*); UDP (*User Datagram Protocol*); RTP (*Real-Time Transport Protocol*); RTCP (*RTP Control Protocol*); otros

**Capa de Internet:** Incluye la capa de Red, se encarga de enrutamientos y direccionamiento usando: IP (*Internet Protocol*), IPv4, IPv6; ARP (*Address Resolution Protocol*); ICMP (*Internet Control Message Protocol*), otros.

<sup>37</sup> <http://sds200511667.wordpress.com/2008/08/11/protocolos-modelo-tcpip/>

<sup>38</sup> [www.geeks.ms](http://www.geeks.ms)

**Capa de Acceso a la Red:** Se encarga de las conexiones físicas y de aspectos electrónicos. Los protocolos más comunes en esta capa son: PPP (*Point to Point*); Ethernet IEEE 802.3; Token Bus; Token Ring; Wi-Fi IEEE 802.11; FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*); MAC (Medium Access Control).

#### 1.1.2.3.1 TCP/UDP

TCP y UDP son usados para dar servicio a una serie de aplicaciones de alto nivel. Las aplicaciones con una dirección de red dada son distinguibles entre sí por su número de puerto TCP o UDP. Por convención, los puertos bien conocidos (*well-known ports*) son asociados con aplicaciones específicas. <sup>[39]</sup>

#### **Protocolo de Datagrama de Usuario (*User Datagram Protocol, UDP*)**

UDP es uno de los dos principales protocolos que residen por encima de IP. Ofrece servicio a las aplicaciones de red de usuario. Algunos ejemplos de aplicaciones de red que usan UDP son: NFS (*Network File System* - Sistema de Archivos de Red) y SNMP (*Simple Network Management Protocol* - Protocolo de Administración de Red Simple). El servicio es un poco más que un interface a IP.

UDP es un servicio de entrega de datagramas no orientado a conexión, lo cual no garantiza la entrega. UDP no mantiene una conexión de extremo a extremo con el módulo UDP remoto; simplemente envía el datagrama a la red y acepta datagramas de entrada de la red. UDP añade dos valores a los servicios provistos por IP. Uno de ellos es la multiplexación de la información entre aplicaciones basándose en el número de puerto. El otro es una suma de comprobación (*checksum*) para comprobar la integridad de los datos.

#### **Protocolo de Control de la Transmisión (*Transmission Control Protocol, TCP*)**

TCP ofrece un servicio diferente que UDP. TCP ofrece un flujo de bytes orientado a conexión, en lugar de un servicio de entrega de datagramas no orientado a conexión. TCP garantiza la entrega, mientras que UDP no lo hace. TCP realiza continuamente medidas sobre el estado de la red para evitar sobrecargarla con

---

<sup>39</sup> <http://www.rfc-es.org/rfc/rfc1180-es.txt>

demasiado tráfico. Además, TCP trata de enviar todos los datos correctamente en la secuencia especificada. Esta es una de las principales diferencias con UDP, y puede convertirse en una desventaja en flujos en tiempo real (muy sensibles a la variación del retardo) o aplicaciones de enrutamiento con porcentajes altos de pérdida en el nivel de Internet.

#### 1.1.2.3.2 RTP/RTCP

**Protocolo de transporte de Tiempo Real (*Real-time Transport Protocol, RTP*)** Es un estándar creado por la IETF para la transmisión confiable de voz y video a través de Internet.<sup>[40]</sup> Aunque RTP tiene algunas características de protocolo de nivel de transporte, es transportado usando UDP.

RTP es un protocolo de datagramas que ha sido diseñado para datos en tiempo real como el streaming de audio y video que se monta sobre UDP. RTP implementa dos mecanismos principales para garantizar una transmisión de voz: El uso de *Número de secuencia* y un *Registro de tiempo*. En redes IP es común que los paquetes tomen caminos diferentes para llegar al destino. En aplicaciones de datos esto no es demasiado importante pero para voz y video puede representar una falla detectable por el oído del usuario final. Por esto RTP usa el número de secuencia para reorganizar los paquetes en caso de que lleguen en desorden y el Registro de tiempo es usado para ajustar los intervalos de muestreo de acuerdo a la secuencia original.

**RTP Control Protocol (RTCP)**<sup>[41]</sup> es un protocolo de comunicación que proporciona información de control que está asociado con un flujo de datos para una aplicación multimedia (flujo RTP). Trabaja junto con RTP en el transporte y empaquetado de datos multimedia, pero no transporta ningún dato por sí mismo.

La función principal de RTCP es informar de la calidad de servicio proporcionada por RTP. Este protocolo recoge estadísticas de la conexión y también información como por ejemplo bytes enviados, paquetes enviados, paquetes perdidos o jitter

---

<sup>40</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Familia\\_de\\_protocolos\\_de\\_Internet](http://es.wikipedia.org/wiki/Familia_de_protocolos_de_Internet)

<sup>41</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Familia\\_de\\_protocolos\\_de\\_Internet](http://es.wikipedia.org/wiki/Familia_de_protocolos_de_Internet)

entre otros. RTCP por sí mismo no ofrece ninguna clase de cifrado de flujo o de autenticación. Para tales propósitos se puede usar SRTCP. Los paquetes RTCP son enviados aproximadamente cada cinco segundos, y contienen datos que ayudan a verificar las condiciones de transmisión en el extremo remoto.

#### 1.1.2.3.3 SDP

Protocolo de descripción de sesión<sup>[42]</sup> (*Session Description Protocol*, SDP) es un protocolo para describir los parámetros de inicialización de los flujos multimedia. Fue publicado por el IETF<sup>g</sup> en el RFC<sup>h</sup> 2327, en Abril de 1998.

**SDP** está pensado para describir sesiones de comunicación multimedia cubriendo aspectos como anuncio de sesión, invitación a sesión y negociación de parámetros. SDP no se encarga de entregar los contenidos propiamente dichos sino de entablar una negociación entre las entidades que intervienen en la sesión como tipo de contenido, formato, y todos los demás parámetros asociados. Este conjunto de parámetros se conoce como *perfil de sesión*. SDP comenzó como componente del SAP (*Session Announcement Protocol*), pero encontró otros usos en conjunto con RTP (*Real-time Transport Protocol*), SIP y como formato independiente para describir sesiones multicast.

#### 1.1.2.3.4 RTSP

El protocolo de flujo de datos en tiempo real<sup>[43]</sup> (*Real Time Streaming Protocol*, RTSP) establece y controla uno o muchos flujos sincronizados de datos, ya sean de audio o de video. El RTSP actúa como un mando a distancia mediante la red para servidores multimedia. RTSP es un protocolo no orientado a conexión, en lugar de esto el servidor mantiene una sesión asociada a un identificador, comúnmente RTSP usa TCP para datos de control del reproductor y UDP para los datos de audio y vídeo aunque también puede usar TCP en caso de que sea necesario.

---

<sup>42</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Session\\_Description\\_Protocol](http://es.wikipedia.org/wiki/Session_Description_Protocol)

<sup>g</sup> **IETF** (*Internet Engineering Task Force*, Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet). Organización internacional de normalización, en ingeniería de Internet, que actúa en áreas, como transporte, encaminamiento, seguridad.

<sup>h</sup> **RFC** (*Request For Comments*) documentación estándar sobre Internet traducidas al español.

<sup>43</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/RTSP>

## 1.2 TELEVISIÓN SOBRE IP (INTERNET PROTOCOL TELEVISION IPTV): ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA

Televisión sobre IP,<sup>[44]</sup> IPTV son las siglas de *Internet Protocol Television*, que describe los nuevos servicios por los cuales podemos recibir la señal de televisión y/o video usando conexiones de banda ancha sobre el protocolo IP. A menudo se suministra junto con el servicio de conexión de la última milla de cobre utilizada actualmente para el servicio de Internet.

La Televisión IP (IPTV) está íntimamente ligada al desarrollo del ancho de banda de las comunicaciones. La televisión, al tratarse de imágenes en tiempo real, necesita un gran ancho de banda para su correcto funcionamiento, pues las imágenes han de llegar sin retardo al usuario. IPTV se muestra de esta forma como el resultado del gran auge de las conexiones a Internet y la evolución tecnológica que ha permitido ofrecer cada vez un mayor ancho de banda a los usuarios a menor precio. Así, esta solución posibilita nuevas opciones de entretenimiento y servicios para los usuarios, y la generación de mayores ingresos para los operadores que brinden este servicio aprovechando las infraestructuras existentes.

Es por este aprovechamiento máximo de las infraestructuras existentes que el servicio que ofrecen los operadores suele ser “triple”. Este servicio aglutina en una sola oferta el acceso a Internet, llamadas telefónicas y la televisión por IP. El ofrecimiento conjunto de los servicios de datos, voz y video, además del optimizar el rendimiento de las infraestructuras del operador, mantiene la fidelidad del cliente, pues disminuye la dispersión de éste, pues no hace necesario que contrate los distintos servicios por separado.

A diferencia de la televisión digital convencional, ya sea ésta TDT o por satélite, el proveedor no emitirá sus contenidos y esperará a que el usuario se conecte, sino que los contenidos llegarán solo cuando el cliente los solicite. La clave está en la personalización del contenido para cada cliente de forma individual.

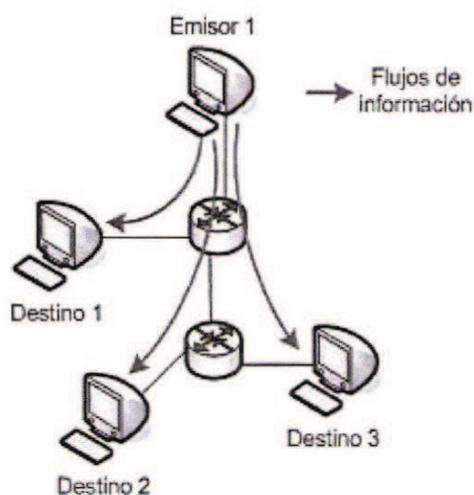
---

<sup>44</sup> LLORET, Jaime. GARCÍA, Miguel. BORONAT, Fernando. “IPTV: la televisión por Internet”, Editorial Vértice, Málaga, 2008; pág. 6

Esto permite el desarrollo del denominado pago por ver (*pay per view, PPV*) o el video bajo demanda (*video on demand, VOD*). El usuario podrá seleccionar los contenidos que desea ver o descargar para almacenar en el receptor y de esta manera poder visualizarlos tantas veces como desee.

Los términos *unicast* y *multicast* son importantes cuando se habla de transmisión de flujos a través de una red. En este caso se va a hablar de la transmisión de un flujo de (TV) sobre el Protocolo de Internet, dando lugar a IPTV, por ello es conveniente explicar en qué consiste cada modo de transmisión.

La transmisión unicast se basa en un proceso de envío de la información desde una máquina origen a una única máquina destino. Por tanto, es una transmisión punto a punto con cada destinatario. En la Figura 1-7 se puede ver un ejemplo de su funcionamiento.



**Figura 1-7.** Diagrama de transmisión de flujos en modo unicast.<sup>[45]</sup>

Con unicast el servidor debe enviar el flujo de datos individualmente a todo aquel que quiere recibir la transmisión. En este caso cada petición utiliza parte del procesador del servidor. Debido a este fenómeno si se reciben muchas solicitudes puede ser que el servidor no soporte tantas sesiones y se sature haciendo que la transmisión se torne muy lenta o hasta se detenga.

<sup>45</sup> LLORET, Jaime. GARCÍA, Miguel. BORONAT, Fernando. "IPTV: la televisión por Internet", Editorial Vértice, Málaga, 2008; pág. 4

Por otro lado la transmisión multicast se basa en un único proceso de envío, desde una máquina origen a todas las máquinas destinatarias que poseen al menos un miembro de un determinado grupo multicast y comparten una misma dirección multicast, independientemente del número de máquinas receptoras. Desde la máquina origen sólo se envía una vez la información y no se transmiten “n” copias aunque hayan “n” destinatarios (ver Figura 1-8). Este sistema de transmisión permite implementar aplicaciones multimedia en la red y minimizar al mismo tiempo la demanda de ancho de banda de estas aplicaciones.

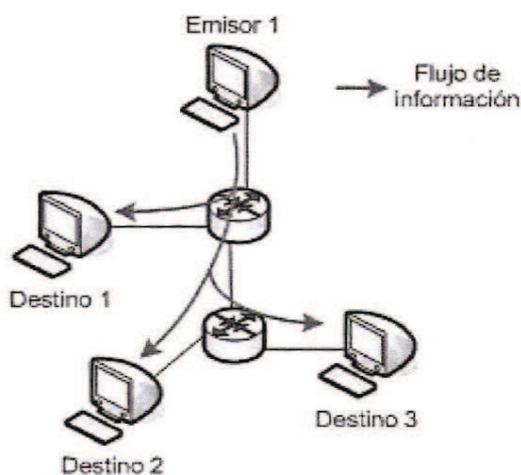


Figura 1-8. Diagrama de transmisión de flujos en modo multicast.<sup>[46]</sup>

Actualmente la transmisión multicast todavía no ha reemplazado a unicast en Internet porque algunas partes de Internet no han sido conectadas a routers que sean capaces de procesar multicast. La mayoría de los nuevos routers pueden manejar multicast de manera eficaz, pero algunos países usan tecnología obsoleta que no está preparada para este tipo de transmisión.

### 1.2.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE IPTV

La televisión sobre IP se ha desarrollado en base al denominado *video-streaming*. Para el *video-streaming*, se pueden diferenciar dos tipos de canal: de definición estándar SDTV o de alta definición HDTV. Para un canal SDTV sería necesario

<sup>46</sup> LLORET, Jaime. GARCÍA, Miguel. BORONAT, Fernando. "IPTV: la televisión por Internet", Editorial Vértice, Málaga, 2008; pág. 5

tener una conexión de 1.5Mbps, y para un canal del segundo tipo 8Mbps. Si se tienen varios canales distintos (por tener varios receptores de televisión por ejemplo) se necesita más ancho de banda. A este ancho de banda hay que sumar el necesario para la conexión a Internet.<sup>[47]</sup>

Por lo tanto, se necesitan 4.5Mbps para tres canales de SDTV o bien 11Mbps para dos canales SDTV y, al menos, un canal HDTV. En cualquier caso, la tecnología de compresión y codificación de vídeo es MPEG4. MPEG 4 es un estándar que comprime la información aún más que MPEG 2, que es el estándar tradicionalmente empleado para *video-streaming*, y que por tanto resulta muy útil cuando no se dispone de mucho ancho de banda. Si con la codificación MPEG2 se requieren entre 4Mbps y 6Mbps para transmitir servicios de vídeo de un canal SDTV, con MPEG 4 bastan los 1.5Mbps ya citados.

En cuanto al ancho de banda necesario, la tecnología ADSL permite transmitir los datos de video, pero tiene unas limitaciones de distancia que suelen cifrarse en unos 5 kilómetros. Por encima de eso no pueden ofrecerse servicios de televisión. Con la intención de salvar este obstáculo, las compañías que ofertan servicios de IPTV están desplegando la tecnología ADSL 2+ en todas sus centrales. ADSL 2+ es una evolución de ADSL que permite transmitir la información ya comprimida de forma más eficiente, rápida y a mayor distancia.

### **1.2.2 INFRAESTRUCTURA DE UNA RED IPTV**

Los proveedores de servicios deben ser conscientes de las limitaciones de ancho de banda o de los cuellos que pueden tener en sus propias redes. En cualquier diseño y desarrollo de red se debe tener en cuenta que la red debe escalar y permitir el aumento del número de abonados.

Además, en la planificación de implementación de todo lo anterior se debe añadir funcionalidad, escalabilidad, interoperatividad y rendimiento. La topología de red IPTV (al igual que VOD) es una red jerárquica de 5 capas:

---

<sup>47</sup> Dr. José Enrique Soriano Sevilla, "IPTV", Guías fáciles de la TIC, 2006

- Cabecera de red
- Red trocal
- Red de distribución
- Red de acceso
- Red residencial

En una red IPTV, los paquetes de video MPEG se envían a través de del protocolo de tiempo real RTP, que soporta la transmisión de contenidos en tiempo real con mecanismos de control para sincronizar diferentes flujos encapsulados en cabeceras IP. Los flujos de video encapsulados en paquetes IP se envían a través de una red IP Ethernet, tanto en unicast como multicast. Los paquetes unicast se inician por petición y son enviadas desde la fuente al set-top box IP del abonado. Los paquetes multicast se replican desde varios puntos de la red hasta los equipos DSLAM<sup>i</sup> (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*).

La mayoría de proveedores de servicio tienen redes basadas en Ethernet e IP/MPLS. Diseñar una red IPTV entra dentro de los objetivos de convergencia IP. Las arquitecturas de distribución de servicios orientados a empresas están aprovechando las ventajas de los servicios de acceso Ethernet servicios MPLS, VPN y servicios Frame Relay y ATM sobre IP/MPLS.

La Figura 1-9 muestra un ejemplo con todas las partes. En algunos casos el proveedor de contenidos VoD pueden poner oficinas cercanas a las redes de acceso con servicios secundarios.

Una red IPTV puede estar compuesta por 1 ó 2 super-cabeceras de red, entre 10 y 100 oficinas con cabeceras de video, entre 100 y 1000 sitios de oficinas que sirvan video y más de 1 millón de abonados. En la Figura 1-10 se puede ver los requisitos necesarios para una posible red IPTV de ejemplo.

---

<sup>i</sup> DSLAM, Multiplexor de Acceso a la Línea Digital de Abonado, este equipo va instalado en la central telefónica, e integra el splitter y el ATU-C. El splitter es el dispositivo que separa la señal de voz (POTS) de la de datos y el ATU-C es la unidad de transmisión de ADSL.

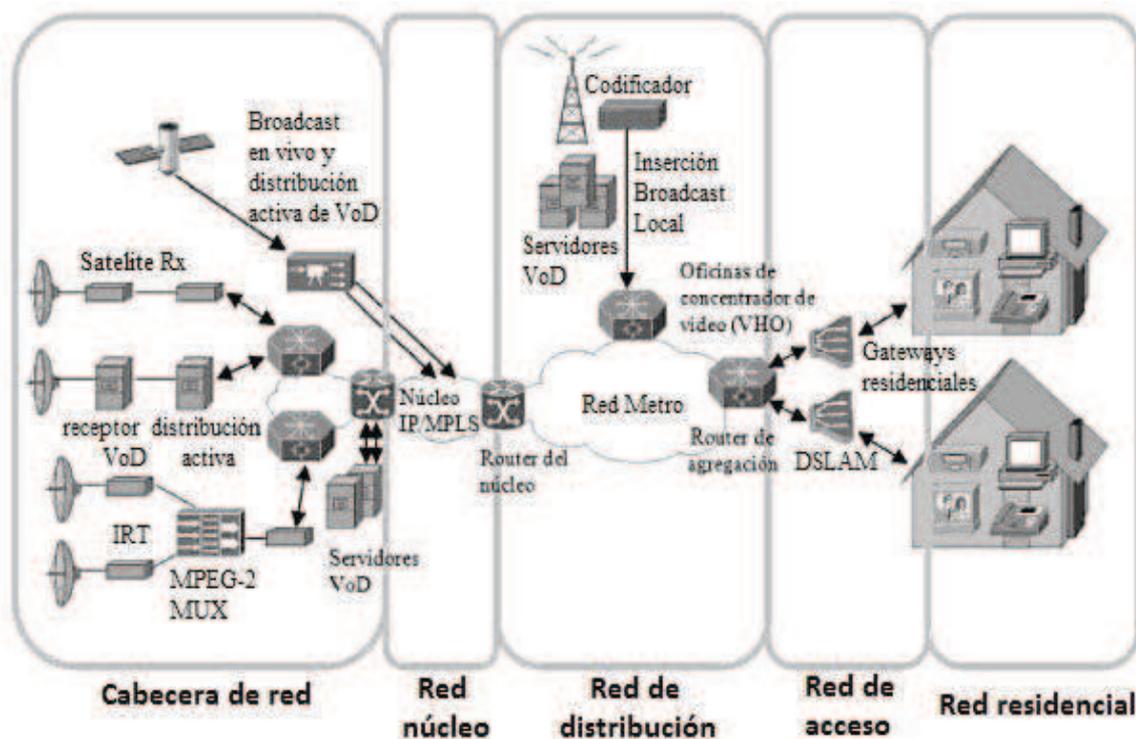


Figura 1-9. Topología de red IPTV.<sup>[48]</sup>

### 1.2.2.1 Cabecera de Video

La cabecera de red de video es la red de contenido de video del proveedor de servicios que realiza una serie de funciones claves como modificar el contenido de video adquirido en tramas de video MPEG. La cabecera de red está formada por una serie de dispositivos que reciben el contenido, lo transforman y lo distribuyen a los abonados siguiendo los modelos de negocios y paquetes abonados que ofrezca el proveedor.

La información de video digital se guarda en servidores de video, situados en la cabecera, o en los replicadores de video para dar menor latencia y redundancia, ofreciendo a su vez mayor escalabilidad y rendimiento.

El contenido de video digital puede llegar a la cabecera por diferentes vías: Receptores satelitales, Redes de datos dedicadas, a través de estudios locales, conexión a terceros, retransmisiones en vivo, información de video local (DVDs, cintas, etc).

<sup>48</sup> LLORET, Jaime. GARCÍA, Miguel. BORONAT, Fernando. "IPTV: la televisión por Internet", Editorial Vértice, Málaga, 2008; pág. 103

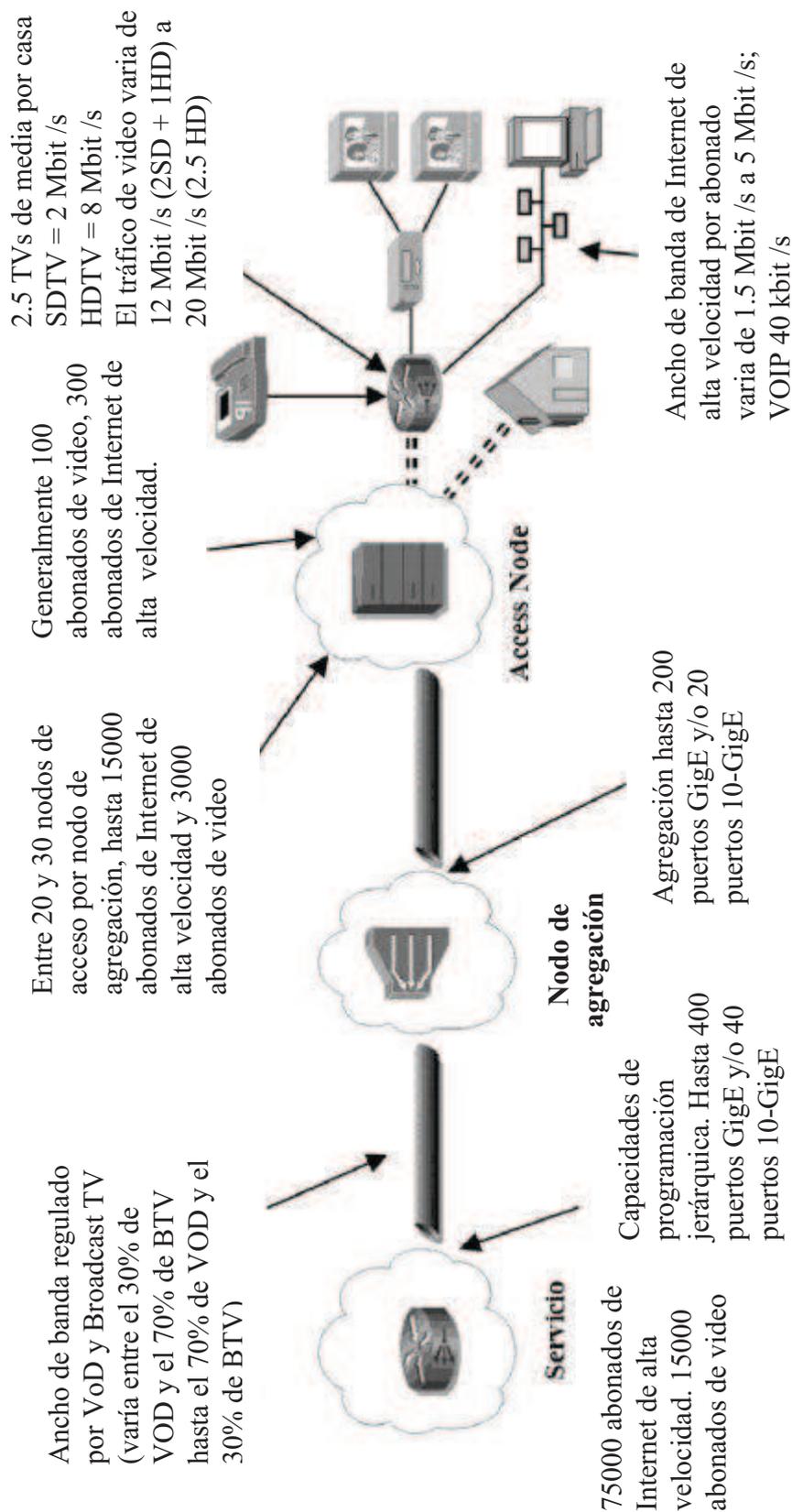


Figura 1-10. Ejemplo de planificación de una red IPTV.<sup>[49]</sup>

<sup>49</sup> LLORET, Jaime. GARCÍA, Miguel. BORONAT, Fernando. "IPTV: la televisión por Internet", Editorial Vértice, Málaga, 2008; pág. 105

Esta información puede llegar en diferentes formatos y se procesa para ser enviada en flujos de video codificados MPEG y encapsulada en multicast IP. Las cabeceras de red y los subsistemas de la cabecera de red incluyen los componentes de servicio de broadcast con unas capacidades de gestión y redundancia relevante. Estos componentes incluyen todos los equipamientos necesarios para el envío de contenidos, codificación, encapsulación y encriptación así como los componentes de extracción de datos DVB.

Sobre el video de la cabecera de red se realizan cuatro funciones principales.

- Adquisición de contenidos: Obtención de la programación de fuente terrestre o satélite.
- Almacenamiento de contenidos: Almacenamiento e inserción de contenido adicional como VoD y publicidad.
- Preparación de contenido: Preparación de técnica de contenidos antes de la distribución.
- Distribución de contenido: Envío del contenido de la programación sobre la red.

Los sistemas de la cabecera de red deben ser capaces de realizar las siguientes funciones primarias:

- Codificación de video: deben ser capaces de comprimir video a formatos estándar como MPEG-2 ó MPEG-4.
- Traducción de video: Flujos de video recibidos de varias fuentes se multiplexan y deben ser demultiplexados y convertidos en flujos de video separados.
- Transcodificación de video: La transcodificación de video es responsable de cambiar el video a diferente formato en tiempo real.
- Encapsulación de video: Debido a que los proveedores de IPTV reciben el contenido de diferentes fuentes y múltiples formatos, se necesitan mecanismos de encapsulación para posibilitar el envío efectivo de ese contenido.

La cabecera de red actúa como punto central de la infraestructura. Recibe todas las peticiones de los abonados y provee contenido a los *set top boxes*. Esta coordinación se realiza a través del servidor *middleware* pues procesa todas las

peticiones de los *set top boxes*. Además, todas las aplicaciones que se utilizan para abastecer, facturar y administrar al cliente se mantienen o enlazan desde la cabecera de red. El acceso al contenido debe estar protegido todo el tiempo.

Los elementos que se pueden encontrar en una cabecera de red son:

1. Receptores de satélites
  - a. Decodificadores receptores integrados (IRD)
2. Receptor de video
  - a. Librería de video
  - b. Servidores de video
  - c. Red de almacenamiento
  - d. Base de datos de películas
  - e. Servidor de películas (con ficheros de video y audio)
3. Sistema de gestión de contenidos
  - a. Centro de comandos
  - b. Sistema de gestión de acceso condicional
  - c. Gestión de derechos digitales
4. Servidores de flujos de video/juegos máster
  - a. Servicio de propagación
  - b. Servicio de envío de flujos de video
5. Pasarela
  - a. Sistema de grabación
  - b. Gestión de grabación
  - c. Servidor de distribución y captura
6. Servidor de flujos de video caché
  - a. Servidor de caché
  - b. Clúster servidores de multimedia
7. Middleware
8. Sistemas relacionados con el negocio
  - a. Contabilidad
  - b. Abastecimiento
  - c. Información del consumidor

Además de los elementos antes mencionados, la cabecera de red también incluyen otros componentes como:

- Servidor DHCP<sup>j</sup> y servidor RADIUS<sup>k</sup>. El servidor DHCP de la dirección IP a los set-top-box basándose en la autenticación en el control de acceso al servicio y las políticas de autorización que hay en el servidor Radius.
- Un router Multicast, que realiza las funciones de interrogador IGMP.
- Utilidades de gestión de servicios IPTV y VoD utilizadas para el control de acceso de paquetes de servicios. La información de facturación de abonado está en un host dedicado o grupo de hosts.

En la Figura 1-11 se puede ver la arquitectura y la conexión entre los elementos de la red de cabecera.

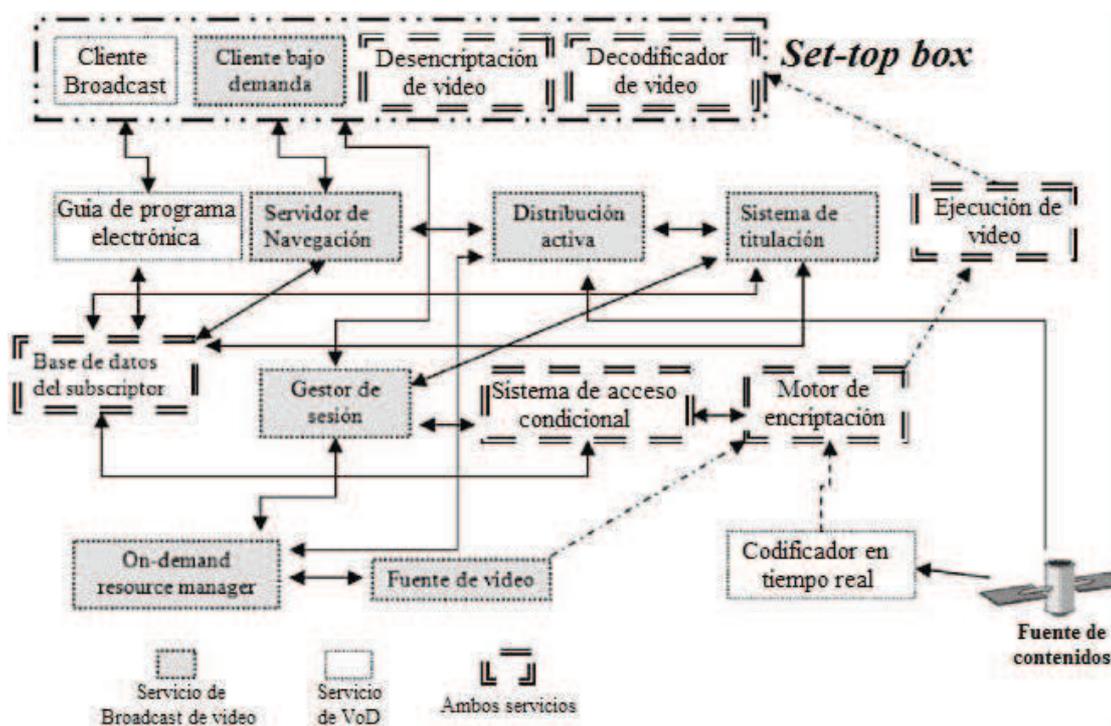


Figura 1-11. Conexión entre los elementos de la red de cabecera.<sup>[50]</sup>

<sup>50</sup> LLORET, Jaime. GARCÍA, Miguel. BORONAT, Fernando. "IPTV: la televisión por Internet", Editorial Vértice, Málaga, 2008; pág. 109

<sup>j</sup> DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol* - Protocolo de configuración dinámica de *host*) es un protocolo de red que permite a los nodos de una red IP obtener sus parámetros de configuración automáticamente.

<sup>k</sup> RADIUS (*Remote Authentication Dial-In User Server*). Es un protocolo de autenticación y autorización para aplicaciones de acceso a la red o movilidad IP.

#### *1.2.2.1.1 Servidores de video Bajo Demanda*

Es el sistema que permite almacenar y transmitir a la red vídeos y pistas de audio que podrán ser solicitados por los clientes para ser recibidos a demanda. El servidor ofrece una memoria de alto rendimiento y de gran capacidad, esto permite entrega de video en tiempo real y un amplio alcance mientras que protege y permite el uso eficiente de ancho de banda de la red.

#### *1.2.2.1.2 Sistema de gestión de contenidos*

El sistema de gestión permite a los proveedores de contenidos y al operador autogestionar completamente el ciclo de vida del contenido, desde la codificación online, vía la absorción y gestión de metadatos, fijación de precios, empaquetamiento y marketing, a través de gestión de contenidos cubren todos los componentes dando funcionalidad a todos los tipos de contenidos.

La función de gestión de recursos y sesión se puede dividir en 3 partes y sus funciones principales son:

1. Gestión de aplicaciones. Gestiona las necesidades de calidad de servicio de una sesión particular, por ejemplo gestores de servicios de VoD y telefonía.
2. Gestores de sesión. Gestionar cómo relacionar las necesidades de calidad de servicio de sesión a los recursos requeridos para enviar el pedido. El gestor de aplicaciones le da al gestor de sesión la información específica para que provea los recursos apropiados.
3. Gestores de recursos. Su primera función es localizar los recursos para una sesión dada. Cada sesión de la cabecera de la red deberá tener un gestor de recursos asociado. Algunos ejemplos de gestores de recursos son el gestor de recursos bajo demanda, el gestor de recursos de encriptación, el gestor de recursos de red y el gestor de recursos de la red residencial.

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta es la protección de contenidos, la encriptación y desencriptación de contenidos. Esto se realiza a través del sistema de acceso condicional (CAS) y el sistema de gestión de derechos digitales (DRM).

#### 1.2.2.1.2.1 Sistema de acceso condicional (CAS)

Un Sistema de Acceso Condicional (*Conditional Access System, CAS*)<sup>[51]</sup> es un sistema que permite controlar el acceso a contenidos. Un sistema de acceso condicional (CAS) tiene dos objetivos:

- Permitir el acceso a los legítimos usuarios ver el contenido
- Evitar el uso no autorizado de los espectadores a los contenidos

El sistema de acceso condicional incluye los siguientes elementos:

- Algoritmo de Cifrado del programa o servicio específico.
- Algoritmo de Aleatorización de flujo de datos; este es un aspecto muy importante a la hora de permitir que varios servicios a un mismo abonado.
- Sistema de Gestión de Abonado (SMS), que controla todos los datos del abonado respecto a un determinado programa o servicio.
- Sistema de Autorización de Abonado (SAS), que codifica y suministra los códigos clave para hacer posible la decodificación de la señal.

El proceso que sigue el Acceso Condicional es el siguiente: un abonado contrata un cierto servicio de la plataforma, petición que se envía por el canal de retorno al centro de atención del proveedor, dicho proveedor utiliza el SMS para dar de alta al abonado y tarificar la suscripción. El SAS proporciona nuevos datos a la trama MPEG para permitir el acceso al servicio en cuestión. El abonado debe disponer de una tarjeta inteligente o de un software en el dispositivo de recepción donde se encuentra la verificación de la clave de acceso enviada por el sistema. De esta forma se hace posible la decodificación condicional de la señal.

#### 1.2.2.1.2.1.1 Sistema de Gestión de Derechos Digitales (DRM)

Se encarga de la encriptación de los contenidos de modo que no se vulneren los derechos de propiedad intelectual de los contenidos al ser transmitidos en la red. Un sistema *DRM (Digital Rights Management)* resulta imprescindible en servicios de contenido bajo demanda almacenados o en vivo (VoD, y Broadcast TV).<sup>[52]</sup>

<sup>51</sup> <http://www.upv.es/satellite/trabajos/pracGrupo12/acceso.html>

<sup>52</sup> Tesis EPN. Nelson Gustavo Monteros Montenegro - Diseño de un sistema para la prestación de TriplePlay basado en IP para el concesionario de audio y video por suscripción Cayambe Visión

El *DRM* conlleva aplicar cierto cifrado sobre un contenido multimedia que podrá ser reproducido sólo por el receptor que cuente con la licencia respectiva. De esta manera, si un suscriptor copia el contenido digital que recibe, otro no podrá reproducirlo en su sistema si no cuenta con la clave o licencia para descifrarlo.

### 1.2.2.1.3 *Middleware*

El *Middleware* es una plataforma informática que administra las aplicaciones interactuando con la red de acceso, la cabecera y los *Set-top box* para permitir el aprovisionamiento y la distribución de servicios de televisión interactivos. Es decir, soporta la entrega de servicios IPTV mediante una interfaz gráfica (Figura 1-12).



**Figura 1-12.** Middleware. Paquetes de aplicaciones asociados con la distribución del servicio IPTV.<sup>53</sup>

Éste define y coordina la forma en que el usuario interactúa con el servicio de IPTV y brinda las herramientas necesarias a los proveedores de servicios de banda ancha para ofrecer servicios de video haciendo uso de su infraestructura. Por lo general, el *Middleware* y el *Set-top box* (STB) operan en modalidad servidor – cliente y puede existir incompatibilidad entre ciertas soluciones de middleware y STB de fabricantes distintos. El componente del *Middleware* corre en los servidores de aplicación que típicamente se ubican en el Head End; por su parte, el componente cliente se ejecuta en el STB del suscriptor. El *Middleware* es la entidad funcional de la red de video menos estandarizada ya que varía sus funciones considerablemente de acuerdo al fabricante.

<sup>53</sup> [www.iptv-americas.tv/middleware](http://www.iptv-americas.tv/middleware)

### 1.2.2.2 Red troncal

La red troncal (también llamada “metro red”) es la parte de la red que distribuye los flujos de video desde la cabecera hasta la red distribución. Interconecta los proveedores de servicio de contenidos y aplicaciones con los proveedores de servicios de red (como los ISP, *Internet Services Providers*).

La red troncal se suele asociar con la red metropolitana que combina tecnologías Gigabit Ethernet, SONET/SDH, xWDM y OADM (multiplexores ópticos). Es fundamentalmente de red fibra óptica, lo que permite aumentar el radio de cobertura de la red con una disminución de la calidad de la señal muy baja. Dada la proliferación de las tecnologías de Gigabit Ethernet, sus mecanismos de transporte son considerados como parte de la arquitectura de red de video IP.

En el bucle local, el transporte de Gigabit Ethernet puede implementarse de diferentes maneras:

- Gigabit Ethernet sobre fibra
- Gigabit Ethernet extendida sobre fibra
- DWDM (*Dense Wave Division Multiplexing*)
- CWDM (*Coarse Wave Division Multiplexing*)

La red troncal se suele componer de conmutadores IP de capa 2. El envío de multicast debe ser controlado utilizando IGMP<sup>1</sup> para asegurar la distribución de flujos multicast IP sólo para oyentes activos.

Basándose en el ancho de banda, el rendimiento y la demanda de servicios de video IP, se necesita de una nueva clase de plataforma de enrutamiento entre dispositivos finales para poder soportar IPTV en futuras redes de telecomunicaciones. Las redes de video IP de próxima generación necesitan 2 dispositivos para llevar a cabo la agregación y el enrutamiento.

---

<sup>1</sup> **IGMP** (*Internet Group Management Protocol*, Protocolo de Administración de grupos de Internet). Se utiliza para intercambiar información acerca del estado de pertenencia entre enrutadores IP que admiten la multidifusión.

- El primer dispositivo requerido es un conmutador de capa 2 (GigaE), con algunas funciones de capa 3 (con soporte multicast).
- El segundo dispositivos requerido, que se debe localizar a lado del conmutador de capa 2, es el router IP que agrega los conmutadores de capa 2, soporta enrutamiento y multicast IP, funciones de gestión del abonado específicamente para servicios de video, etc.

Para cumplir con los requerimientos de ancho de banda (entre 15 Mbits/s y 30 Mbits/s) por casa, la arquitectura de red debe tener las siguientes características:

- DSLAMs Ethernet/IP con enlaces Gigabit Ethernet.
- Conmutadores de agregación de capa 2 Gigabit Ethernet con puertos de 1 Gbit/s hacia el abonado (DSLAM) y una combinación de puertos de 1 y 10 Gbit/s hacia la red (routers borde).
- Routers borde de capa 2 equipados principalmente con una combinación de puertos de 1 y 10 Gigabit Ethernet tanto hacia los conmutadores de agregación y el núcleo de la red.
- Servidores de VoD de Gigabit Ethernet hacia los conmutadores de agregación y hacia los routers borde de la red de cabecera.

### **1.2.2.3 Red de distribución**

La red de distribución va desde el final de la red troncal hasta los router de agregación, a partir del cual empieza la red de acceso. A través de la red de distribución se lleva a cabo las tareas de transmisión de datos y conmutación, teniendo como misión principal multiplexar la información proveniente de diferentes proveedores de servicios o distintos usuarios y adaptar el sistema de transporte a las características específicas del bucle de abonado.

La red debe ser capaz de gestionar el establecimiento y liberación de las conexiones de banda ancha con los bucles de abonado, además de transportar la información con diferentes tipos de requerimientos en cuestiones de ancho de banda.

La red de distribución está formada por routers de agregación. Éstos deben tener las siguientes características:

- Interfaces 10 Gigabit Ethernet para los routers borde.
- Funcionalidad de conmutación Ethernet y de enrutamiento IP.
- Multicast IP y traducción SIP-IGMP.
- Protocolos de señalización Ethernet y VoD
- Transición de IPv4 a IPv6, y una sola dirección IP por residencia.
- Escalabilidad y rendimiento.

#### **1.2.2.4 Red de acceso**

La red de acceso está formada por todos los elementos encargados de llevar los contenidos multimedia hasta el usuario y atender las peticiones de éste por el canal de retorno. La red de acceso incluye cada cosa desde las tecnologías de acceso de la última milla como xDSL y FTTx, Ethernet/IP DSLAM, portadores de bucle digital de banda ancha, etc.

Las redes de acceso se pueden clasificar en 3 grupos:

- Vía cobre: Tecnologías xDSL.
- Vía radio: WLL, MMDS y LMDS.
- Vía fibra óptica: redes HFC, redes PON y redes CWDM.

El acuerdo de servicio de IPTV y VoD habitualmente lleva consigo que el cliente pueda tener funcionamiento varios set-top boxes y escuche solo aquellos canales a los cuales se ha suscrito. La red de acceso utiliza varias medidas técnicas para habilitar que todos los servicios triple-play compartan los mismos puertos. La evolución del DSLAM para servicios IP ha cambiado de un sistema basado en ATM a un sistema basado en Ethernet IP con opciones de servicio de acceso remoto integrado y soporte de enrutamiento de capa 3. Además se suele configurar con interfaces Gigabit Ethernet. Los proveedores de servicios deben evaluar los parámetros de costo, escalabilidad, rendimiento y complejidad de la red entre diferentes opciones que hay disponibles para los DSLAMS IP.

### 1.2.2.5 Red del cliente

La red residencial permite la comunicación entre los ordenadores conectados en ella y el paso de información de unos a otros, así como el acceso a los diferentes recursos disponibles en la red desde diferentes puestos de trabajo. El medio compartido en la red residencial puede ser cableado o inalámbrico. Cada dispositivo conectado a dicha red podrá disfrutar de los servicios para los que esté diseñado a través del Gateway residencial, que actuará de pasarela entre la red entre la red residencial y la red del proveedor de servicios.

Los dispositivos más comunes que pueden coexistir simultáneamente en una red residencial son:

- Set-top box
- Computadores
- PDA<sup>m</sup> (*Personal Digital Assistant*)
- Teléfono IP
- Punto de acceso inalámbrico
- Conmutador (*switch*)
- Cualquier dispositivo de red cableado o inalámbrico.

Puede haber varios set-top box conectados al conmutador, pudiendo, por tanto, ver IPTV en varios televisores simultáneamente. Además se puede tener una red inalámbrica para servicios de voz IP y datos. El set-top box debe estar utilizando la VLAN (Virtual Area Network) correspondiente a los servicios de VoD e IPTV.

Debe tenerse en cuenta que el ancho de banda va a ser compartido por todos los dispositivos que se utilice en la red, aunque la red IPTV tenga un ancho de banda asignado debido a que pertenece a una VLAN diferente.

La Figura 1-13 muestra varios dispositivos conectados en una red residencial.

---

<sup>m</sup> PDA, Asistente Digital Personal, es un computador de mano originalmente diseñado como agenda electrónica (calendario, lista de contactos, bloc de notas y recordatorios) con un sistema de reconocimiento de escritura.

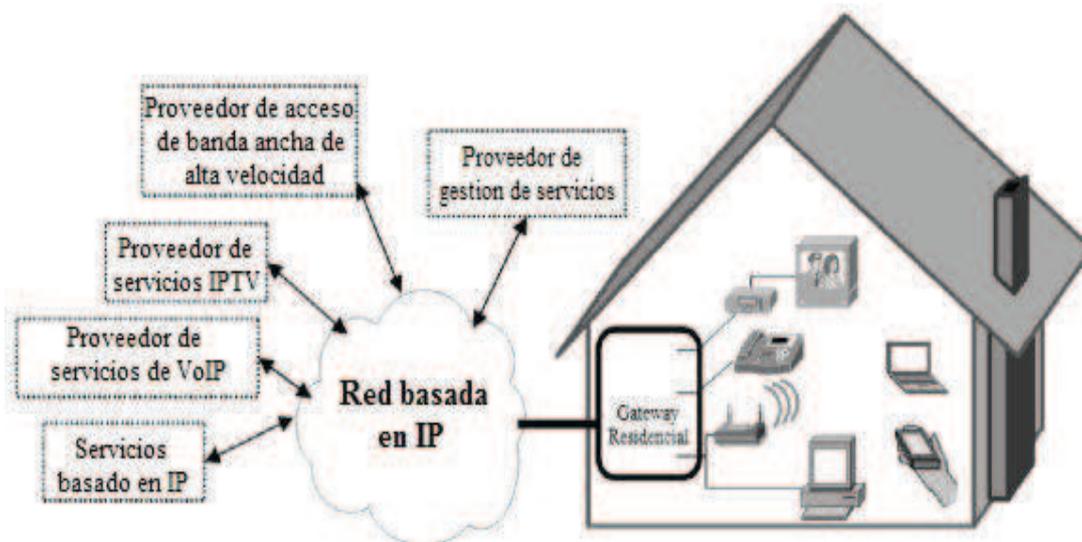


Figura 1-13. Red de cliente final Triple-Play con servicio IPTV.<sup>[54]</sup>

#### 1.2.2.5.1 Dispositivos de acceso del usuario

##### 1.2.2.5.1.1 Home Gateway

Un *Gateway* Residencial se ubica entre la red de acceso de banda ancha IP y la red residencial. Permite múltiples dispositivos digitales en un hogar para poder compartir una sola conexión IP. Los *Gateway* residenciales son capaces de encaminar servicios IPTV a televisiones IPTV digitales específicas, pantallas planas y dispositivos móviles.

Un *Gateway* residencial necesita tener un hardware y software fiables para poder reubicar la distribución de múltiples servicios, de forma segura e interoperable. Este dispositivo combina las funciones de módem, router y hub para acceder a los servicios IPTV.

Existen diferentes tipos de *gateways* residenciales. Según las características requeridas, se pueden clasificar en:

- Simples: Tienen enrutamiento, potencia de conectividad y aplicaciones limitadas, correspondientes a su funcionalidad de enrutamiento de capa 2.

<sup>54</sup> LLORET, Jaime. GARCÍA, Miguel. BORONAT, Fernando. "IPTV: la televisión por Internet", Editorial Vértice, Málaga, 2008; pág. 116

- Completos: Muchos *gateways* residenciales proveen capacidad de datos avanzados y enrutamiento de video y voz dentro de la casa. Un *Gateway* residencial completo contiene software de red y no depende de un PC para operar. La funcionalidad de enrutamiento para la conectividad es de capa 3.

Básicamente un *Gateway* residencial debe tener los siguientes tres componentes:

- Módem digital
- *Chipset*<sup>n</sup> de red
- Software relevante

La mayoría de la flexibilidad se produce porque el gateway es capaz de soportar una gran variedad de diferentes módems. Estos módems proveen conectividad a los siguientes tipos de redes de acceso de banda ancha:

- Redes broadcast de Satélite
- Sistemas inalámbricos Wi-Fi y Wimax
- Redes televisión por cable híbridos de fibra óptica
- Sistemas DSL, ADSL y VDSL
- Redes de fibra hasta la casa (FTTH)

#### 1.2.2.5.1.2 *Set Top Box*

El *Set-Top-Box* (STB) de IPTV es un equipo de comunicación IP que al ser habilitado por un cliente de Acceso Condicional de IPTV es capaz de recibir, decodificar y descifrar las señales de video encapsuladas en IP por el *Headend* a señales compatibles y visibles en el televisor convencional. El STB IPTV es también una poderosa computadora que permite a las compañías proveedoras de servicio de televisión la habilidad de juntar otros servicios de banda ancha en una única plataforma.

---

<sup>n</sup> Chipset es el conjunto (*set*) de circuitos integrados que se encargan de controlar determinadas funciones del Gateway.

Inicialmente, el STB IPTV se conecta al *Middleware* para exhibir la página principal predefinida por el operador de servicio. Esa funcionalidad le permite a la empresa proveedora del servicio hacer cambios fácilmente en la percepción y en lo visual del servicio. En la Figura 1-14 se puede ver un ejemplo de *set-top box*.

Estos dispositivos tienen capacidades computacionales avanzadas que le añaden un valor agregado y comodidad. El hardware del *set-top box* consiste habitualmente en un procesador y el sistema de video que produce una salida de televisión analógica. El hardware podría incluso incluir un subsistema de descryptación y decodificación basado en hardware.

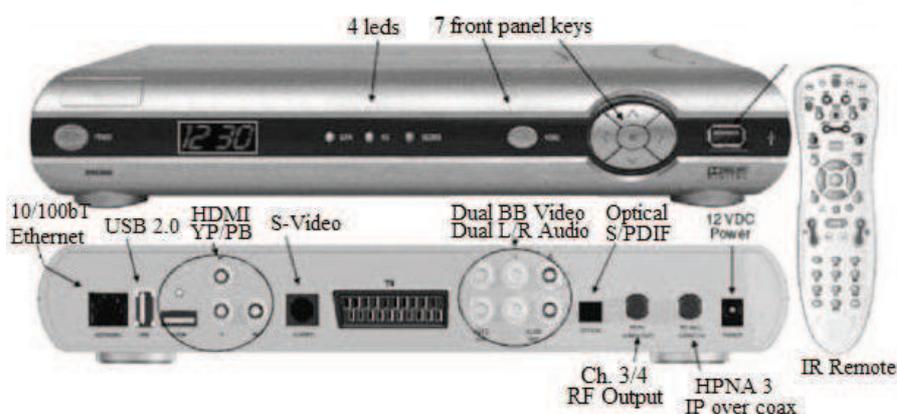


Figura 1-14. Set-top Box.<sup>[55]</sup>

Los componentes típicos que se pueden encontrar en un set-top box son:

- Una CPU (Unidad Central de Procesamiento)
- Sistema núcleo para almacenar las claves de descryptación
- Periféricos
- Administración de derechos digitales y sistema de acceso condicional
- Códecs MPEG-2 y MPEG-4
- Sistema operativo y drivers.
- Cliente Middleware
- Captura de video y decodificador
- Navegador
- Cliente de mensajería instantánea y correo electrónico

<sup>55</sup> LLORET, Jaime. GARCÍA, Miguel. BORONAT, Fernando. "IPTV: la televisión por Internet", Editorial Vértice, Málaga, 2008; pág. 135

La Figura 1-15 muestra la arquitectura típica de un set-top box.



**Figura 1-15.** Arquitectura típica de un Set-Top Box IP.<sup>[56]</sup>

Las principales características que presenta este dispositivo son las siguientes:

- Incorporación de un disco duro, necesario para aplicaciones como Personal Video Recorder PVR o para funcionalidades de play/ffw/rew/pause en contenidos de VoD.
- Interfaz de datos 10/100 Ethernet con Base T, Wi-Fi, USB 2.0.
- Formatos de salida. Salida de video compuesto, Salidas de video componente, Salida S-Video, HDMI, Audio Stereo, salida de audio digital con formato 5.1 como para “Teatro en Casa”.

### 1.2.3 APLICACIONES Y BENEFICIOS DEL SERVICIO DE IPTV

#### 1.2.3.1 Guía Electrónica de Programación (EPG)

Una guía electrónica de programas<sup>[57]</sup> (*Electronic Programa Guide*, EPG) es una de las múltiples prestaciones que ofrece IPTV, y en ella se encuentran organizados de manera rápida y sencilla todos los canales que nos ofrece un distribuidor de televisión (ver Figura 1-16). La EPG sustituye a aquellas publicaciones que algunos concesionarios envían a sus suscriptores con información de la programación. El usuario puede hacer una elección de lo que desea ver por televisión sin necesidad de recurrir al habitual *zapping*<sup>o</sup>, recurso que resultaría molesto debido a la gran cantidad de canales ofertados por el operador.

<sup>56</sup> LLORET, Jaime. GARCÍA, Miguel. BORONAT, Fernando. “IPTV: la televisión por Internet”, Editorial Vértice, Málaga, 2008; pág. 137

<sup>57</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Gu%C3%ADa\\_Electr%C3%B3nica\\_de\\_Programas](http://es.wikipedia.org/wiki/Gu%C3%ADa_Electr%C3%B3nica_de_Programas)



Figura 1-16. Guía Electrónica de Programación.<sup>[58]</sup>

### 1.2.3.2 Grabador de video personal (PVR)

El Grabador de Vídeo Personal o Grabador de Vídeo Digital (*Personal video recorder*, PVR o DVR)<sup>59</sup> es un sistema de grabación interactivo con el que se puede grabar determinada programación, mediante un dispositivo (*set-top box*) que cuenta con un disco duro de gran capacidad. Todo esto ayudado, normalmente, con una guía interactiva donde todo lo que debemos hacer nosotros es seleccionar el programa y el PVR se encarga solo de hacer el resto por nosotros.

Funciones principales del PVR

- Pausa en Vivo: Permite detener la programación que se esté viendo, y retomarla sin dejar de verla de forma completa al desactivar esta opción.
- Grabación en Vivo: Permite la grabación del programa que se esté viendo y archivar los contenidos almacenados en el disco duro del mismo decodificador.
- Grabación a Futuro: Permite programar el decodificador para que efectúe la grabación de un programa futuro, indicando fecha y hora de comienzo y fin, el que queda almacenado en el disco duro.
- Funciones Propias de Grabación: También otorga las funcionalidades básicas de toda grabación, tales como, adelantar, retroceder, hacer pasar, detener, reproducir, cámara lenta y otras semejantes.

<sup>58</sup> [www.itvt.com](http://www.itvt.com)

<sup>59</sup> [http://www.telefonicachile.cl/contratos\\_servicios/pdf/condiciones\\_uso\\_PVR.doc](http://www.telefonicachile.cl/contratos_servicios/pdf/condiciones_uso_PVR.doc)

<sup>o</sup> Zapping o *zapeo* es el acto de saltar programación o canales en la televisión.

### 1.2.3.3 Grabador de video personal en la red (nPVR)

Dependiendo de la solución de IPTV que se adopte, el almacenamiento de los programas grabados pueden realizarse esencialmente de dos modos:<sup>[60]</sup>

En discos rígidos que pueden disponer STB de gama alta o en discos rígidos que se dispongan en la red para este fin. El Grabador de Video Personal en la Red o Grabador de Video Digital en la Red (Network Personal Video Recorder, nPVR o nDVR) es el servicio en el cual se utiliza como recurso de almacenamiento discos rígidos en la red, este servicio tiene la ventaja que los mismos son compartidos por todos los clientes, provocando un mayor aprovechamiento de este recurso.

### 1.2.3.4 Pausa de TV en vivo (TSTV)

La pausa de TV en vivo (*Time Shifted TV*, TSTV)<sup>[61]</sup> es una novedosa funcionalidad que permite “congelar” una imagen de un programa en vivo o repetir (*Replay*) alguna escena que fue reproducida recientemente. La Figura 1-17 muestra una representación funcional de TSTV.

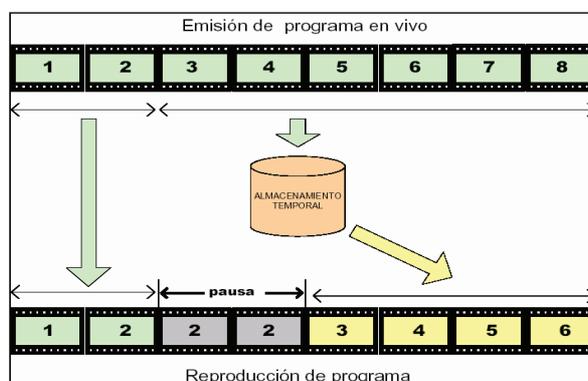


Figura 1-17. Representación de TSTV.<sup>[62]</sup>

Luego de la Pausa o Replay se puede continuar viendo el programa que se está transmitiendo en vivo pero desfasado en el tiempo de acuerdo a la duración de la pausa o replay realizado.

<sup>60</sup> Tesis EPN. Luis Humberto Chandi Cerna - Estudio para la implementación de un sistema que ofrezca el servicio triple play con calidad de servicio (QoS) para la ciudad de Quito.

<sup>61</sup> Tesis EPN. Nelson Gustavo Monteros Montenegro - Diseño de un sistema para la prestación de triple play basado en protocolo internet para el concesionario de audio y video por suscripción Cayambe Visión.

<sup>62</sup> Documentación en línea UIT. “Triple Play basado en IPTV”

### 1.2.3.5 Video bajo demanda (VOD)

El contenido por demanda abarca cualquier tipo de programación como son películas, deportes, eventos especiales y noticias, motivo por el cual a esta tecnología se le ha nombrado Video por Demanda (*Video on Demand*, VOD).<sup>[63]</sup>



Figura 1-18. Portal VoD.<sup>[64]</sup>

Hablando de manera general, un sistema de VOD requiere invariablemente de tres componentes principales: el servidor de video, cuya función es almacenar los programas y permitir el acceso a ellos, la red que interconecta al suscriptor y el *STB* que funciona como la interfaz entre el equipo de TV y los servicios de VOD.

El video que se ofrece a través de este servicio es almacenado de manera digital en el servidor de video y se transmite en un formato comprimido y codificado, para que después de que el suscriptor haya solicitado un programa, éste sea decodificado en su hogar por el *Set-Top Box*, un portal típico de este servicio se observa en la Figura 1-18.

### 1.2.3.6 TV bajo demanda (TVoD)

La Televisión por demanda (*TV on Demand*, TVoD) se refiere al servicio en el que usted verá programas de televisión, podrá revisar sus momentos favoritos de programas de televisión del pasado, y todo esto disponible las 24 horas.

<sup>63</sup> <http://www.cinit.org.mx/articulo.php?idArticulo=17>

<sup>64</sup> [www.hotcellularphone.com](http://www.hotcellularphone.com)

### 1.2.3.7 Televisión de Difusión (*Broadcast Television, BTV*)

La Teledifusión BTV,<sup>[65][66]</sup> es el servicio de distribución unidireccional de señales de televisión tradicional, que consiste en transportar desde el *Headend* hasta el sitio del cliente varios canales video. BTV es el principal servicio a poner en marcha para competir con los cable-operadores.

### 1.2.3.8 Video casi bajo demanda (*Near Video on Demand, NVOD*)

El contenido del video casi bajo demanda NVoD,<sup>[67][68]</sup> es una alternativa al VoD y representan una oferta televisiva de un mismo programa (película de estreno) sobre múltiples canales continuamente, pero con tiempos de comienzo diferentes separados estos por intervalos fijos y pequeños y el usuario solicita el consumo del contenido en el horario de su conveniencia. En caso de películas que son muy vistas (estrenos, lanzamientos, etc.) se puede tener la alternativa de emitir la misma como un canal más. De este modo varios clientes estarán sincronizados con una misma emisión y se puede ahorrar en uso de ancho de banda de la red, lo que con VOD no se consigue puesto que cada suscriptor inicia la visualización de las películas a tiempos distintos

### 1.2.3.9 Pago por Ver (*Pay Per View, PPV*)

También conocido como Pago por Evento (PPE),<sup>[69]</sup> es una modalidad que permite ofrecer contenidos audiovisuales bajo pago. Con la aparición del servicio de VoD, la oferta de películas en PPV pierde todo su sentido, en el caso de IPTV su uso suele limitarse o bien a canales completos o bien a eventos en vivo tales como eventos deportivos, conciertos musicales, etc. Por ello a diferencia de los sistemas de video a la carta (*Video on Demand*), la señal se transmite de forma simultánea para todos los compradores. La compra se puede realizar de forma automática, en el mando a distancia a través del STB; e incluso podría implementarse de forma manual realizando una llamada telefónica al proveedor.

<sup>65</sup> [http://www.ingenieria.unam.mx/avisos/pdf/confeSEFI2008/sierra\\_semana\\_sefi\\_mesa\\_redonda.pdf](http://www.ingenieria.unam.mx/avisos/pdf/confeSEFI2008/sierra_semana_sefi_mesa_redonda.pdf)

<sup>66</sup> [http://www.ccit.org.co/web2008/arti\\_dsl.php](http://www.ccit.org.co/web2008/arti_dsl.php)

<sup>67</sup> <http://www2.sateliti.info/showthread.php?p=88141>

<sup>68</sup> [http://www.upv.es/satelite/trabajos/Grupo8\\_98.99/servi/servicios.htm](http://www.upv.es/satelite/trabajos/Grupo8_98.99/servi/servicios.htm)

<sup>69</sup> <http://mosaic.uoc.edu/articulos/jvallori0507.html>

### 1.2.3.10 Imagen en Imagen (*Picture-in-Picture*, PIP)

*Picture in Picture* (PIP)<sup>[70]</sup> permite ver más de un programa de televisión a la misma vez. Con PIP un programa se verá en toda la pantalla mientras que otro se verá en una pequeña ventana cuadrada dentro de la imagen. (ver Figura 1-19).

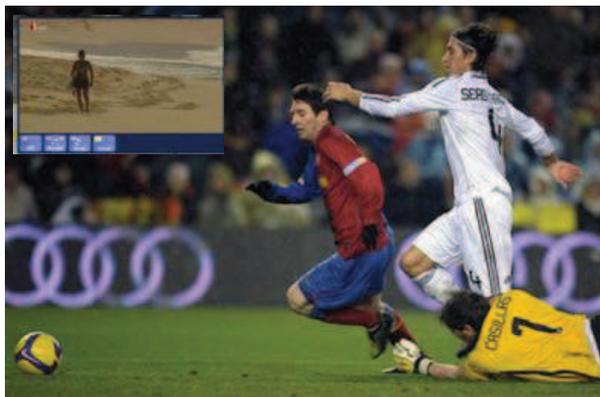


Figura 1-19. Picture in Picture<sup>[71]</sup>

### 1.2.3.11 Aplicaciones Interactivas

Los Middleware incluyen herramientas para desarrollo de aplicaciones Interactivas.<sup>[72]</sup> Estos permiten a los operadores la inclusión de nuevos servicios adaptados a la realidad y necesidad de cada uno, entre los que se encuentran:

- Integración con sistemas de mensajería instantánea: El suscriptor podrá estar conectado a un grupo de mensajería. Mensajería Instantánea con texto, imágenes, video y documentos. Además, la red puede guardar aquellas comunicaciones que el usuario no ha visto por no estar conectado y reenviarlas una vez que éste accede de nuevo al servicio (similar a la aplicación que brinda MSN Messenger de Windows) y, aplicaciones como SMS o MMS, ya ofrecidas por los operadores móviles
- Integración con servicio telefónico: Call ID, Identificador interactivo de llamadas en la TV en el que muestra la información de la llamada entrante en la pantalla de la televisión y permite detener el programa y responderla, o bien, desvió de llamada, enviarla al buzón de voz y reanudar el programa, etc.

<sup>70</sup> <http://www.hdtv-expertos.com/2008/05/picture-in-picture-pip.html>

<sup>71</sup> [www.thinkwasabi.com](http://www.thinkwasabi.com)

<sup>72</sup> <http://www.emb.cl/gerencia/articulo.mv?num=361&sec=3>

- Integración de servicios de video y datos: Posibilita utilizar la televisión para lanzar nuevas aplicaciones mientras se ve la programación, aplicaciones para: compras, consultas y pagos de facturas/cuentas, votación, apuestas.

### 1.2.3.12 Web TV y E-mail

Web TV<sup>[73]</sup> es la posibilidad de navegar por Internet desde un televisor. Algunas implementaciones de IPTV lo permiten empleando *Set Top Boxes* con acceso a Internet y que cuentan con mouse y teclado.

Esta aplicación tiene su fundamento en facilitar el acceso a la Web, considerando que existen más televisores que PC; beneficiando a aquellos clientes que no cuentan con un PC. La Figura 1-20 muestra una interfaz de Web TV.



Figura 1-20. Portal Web TV.<sup>[74]</sup>

IPTV permite acceder cómodamente a cuentas de correo electrónico desde el televisor. Dependiendo del proveedor se podrá configurar hasta un máximo de cuentas de correo distintas.

### 1.2.3.13 Juegos bajo demanda (*Games on Demand, GoD*). Juegos y Apuestas

IPTV ofrecerá un gran abanico de posibilidades de servicio de apuestas, incluyendo apuestas sobre deportes, tanto virtuales como reales, como Juegos bajo Demanda (JoD).<sup>75</sup>

<sup>73</sup> [http://www.telefonica.es/on/io/es/atencion/soporte\\_tecnico\\_y\\_averias/television/manuales/manuales/ManualUsuarioImagenio.pdf](http://www.telefonica.es/on/io/es/atencion/soporte_tecnico_y_averias/television/manuales/manuales/ManualUsuarioImagenio.pdf)

<sup>74</sup> <http://www.telefonica.es>

Existirá un gran rango de juegos de casino, como, por ejemplo, la ruleta, el blackjack y el poker. Algunos de estos serán juegos autónomos pero otros están unidos a la programación con presentadores tanto reales como virtuales. La Figura 1-21 muestra una interfaz de GoD.

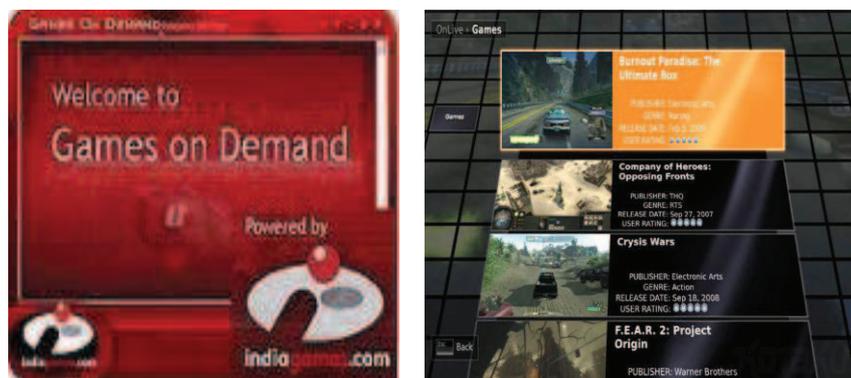


Figura 1-21. Games on Demand (GoD).<sup>[76][77]</sup>

#### 1.2.3.14 Control Parental

El control “parental”<sup>[78]</sup> refiere al control de acceso establecido por los padres (*parents*) a ciertos canales o aplicaciones y debe poder ser configurado desde el terminal receptor. El sistema de IPTV admite que el control parental sea realizado desde el mismo. Será necesario disponer de un nuevo PIN<sup>P</sup> para esta funcionalidad y la gestión del mismo. Esta facilidad debe de poder ser configurada en un grupo de canales preferiblemente seleccionados por el cliente.

<sup>75</sup> Tesis EPN. Nelson Gustavo Monteros Montenegro - Diseño de un sistema para la prestación de triple play basado en IP para el concesionario de audio y video por suscripción Cayambe Visión.

<sup>76</sup> [www.franchisetalk.net](http://www.franchisetalk.net)

<sup>77</sup> [www.somethingdownunder.com](http://www.somethingdownunder.com)

<sup>78</sup> Tesis EPN. Nelson Gustavo Monteros Montenegro - Diseño de un sistema para la prestación de triple play basado en IP para el concesionario de audio y video por suscripción Cayambe Visión.

<sup>P</sup> **PIN (Personal Identification Number o Número de Identificación Personal)** es un valor numérico usado para identificarse y poder tener acceso a ciertos servicios, sistemas o artefactos.

## 1.3 TECNOLOGÍAS DE RED DE ACCESO PARA LA TRANSMISIÓN DEL SERVICIO DE TELEVISIÓN SOBRE IP (IPTV)

### 1.3.1 RED DE ACCESO

#### 1.3.1.1 Requisitos que debe cumplir la red de acceso

Para que un proveedor de telecomunicaciones pueda ofrecer los servicios de IPTV con una calidad comparable a la televisión por cable,<sup>[79]</sup> deberá de entregar diferentes canales de televisión de manera simultánea en la misma conexión de acceso. Si se parte de la idea de que en cada casa suele haber un promedio de tres televisores, entonces en este caso el proveedor debe entregar una conexión que soporte 3 flujos de video hacia el mismo nodo del suscriptor.

La capacidad estimada para los servicios de IPTV es aproximadamente 1,5 Mbps por canal de definición estándar (SDTV) y de 8 Mbps en el caso que se desee disponer de un video en alta definición (HDTV). Para tres canales simultáneos el ancho de banda bruto resultante es de 4,5 Mbps para u servicio básico u 11 Mbps en el caso de que se quiera introducir un canal de HDTV (ver Tabla 1-7), en ambos casos, como se ha podido observar en el anteriormente, se utilizara el estándar MPEG-4 para la codificación y compresión de la señal de video. A estos anchos de banda sería necesario agregar el ancho de banda necesario para la conexión de datos a Internet, que por baja que sea ya implica la necesidad de utilizar conexiones de alta velocidad.

Servicio	Tasa básica	Conexión a Internet	Capacidad total requerida
Paquete básico (3 canales SDTV)	4,5 Mbps	1 Mbps	5,5 Mbps
Paquete básico con HDTV ( 2 canales SDTV y 1 canal HDTV)	11 Mbps	1 Mbps	12 Mbps

**Tabla 1-7.** Ejemplo de los requisitos de conexión para IPTV

<sup>79</sup> LLORET, Jaime. GARCÍA, Miguel. BORONAT, Fernando. "IPTV: la televisión por Internet", Editorial Vértice, Málaga, 2008; pág. 144

### 1.3.1.2 Línea de abonado digital

#### 1.3.1.2.1 IPTV sobre xDSL

Las compañías telefónicas para contrarrestar la amenaza a sus flujos de ingresos que les han impuesto los operadores de televisión por cable y las compañías de telefonía móvil a causa de la variedad de ofertas al acceso a Internet de banda ancha y servicios telefónicos, están aprovechando su infraestructura de red basada en DSL para empezar a prestar servicios de televisión de una nueva generación a sus abonados.<sup>[80]</sup> DSL es una tecnología que permite a los proveedores de telecomunicaciones distribuir servicios de banda ancha a través de las líneas telefónicas de cobre existentes para sus abonados. Esta tecnología transforma la infraestructura cableada existente entre la central local y el usuario (bucle de abonado) en una línea digital de alta velocidad.

El ancho de banda es un parámetro clave en la entrega de servicios de nueva generación, como IPTV. El impulso del rendimiento requerido para poder soportar IPTV se está logrando mediante el despliegue de tecnologías DSL como ADSL, ADSL2+, y VDSL. En el siguiente punto se verá una visión general de las características de estas tecnologías y cómo funcionan.

#### 1.3.1.2.2 Tecnología xDSL

Las siglas DSL o XDSL provienen del inglés (*Digital Subscriber Line*, Línea de abonado digital). Es un término utilizado para referirse de forma global a todas las tecnologías que proveen una conexión digital sobre línea de abonado de la red telefónica local. Existen diferentes variantes, por ejemplo: ADSL, ADSL2, ADSL2+, SDSL, IDSL, HDSL, SHDSL, VDSL y VDSL2.

### **ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*)**

En la actualidad, el ADSL se trata de uno de los tipos de conexión con mayor despliegue en todo el mundo. ADSL se trata de una tecnología punto a punto.

---

<sup>80</sup> LLORET, Jaime. GARCÍA, Miguel. BORONAT, Fernando. "IPTV: la televisión por Internet", Editorial Vértice, Málaga, 2008; pág. 145

Esta característica permite a los proveedores de telecomunicaciones ofertar servicios de banda ancha, ejemplo IPTV, sobre las líneas telefónicas existentes. Recibe el nombre de asimétrica porque la velocidad de transmisión desde la central hasta el cliente es más rápida que la velocidad desde el cliente hacia la central. Utilizando técnicas especiales, la tecnología ADSL puede llegar a soportar una tasa de bajada de 8 Mbps y una tasa de subida de 1,5 Mbps. Una conexión de este tipo sería capaz de soportar dos flujos de SDTV o uno de HDTV codificados con MPEG-2 y con una conexión de datos de alta velocidad a Internet.

Desde el punto de vista técnico, las líneas telefónicas fueron diseñadas para la transmisión de tráfico de voz a una frecuencia baja. El tráfico de datos de alta velocidad son enviados por la misma línea telefónica pero con frecuencias muchos más altas, esto lo que provoca es minimizar la distorsión y las interferencias. Las frecuencias de trabajo de ADSL son: a) Tráfico de voz de 0-4KHZ, b) Tráfico de datos de subida de 26-138KHz y c) Tráfico de datos de bajada de 138-1100KHz (ver Figura 1-22).

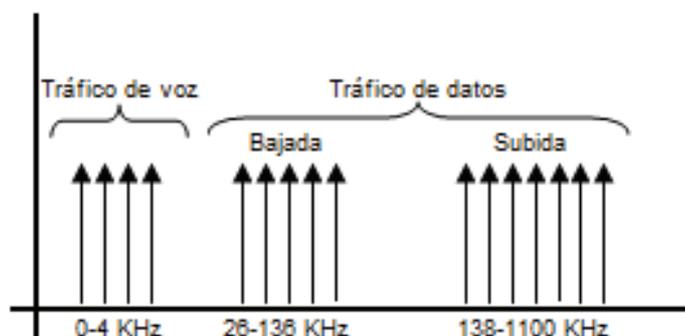


Figura 1-22. Utilización del espectro en ADSL.<sup>[81]</sup>

## Equipamiento ADSL

*Módem/Router ADSL:* es un dispositivo que permite conectar uno o varios equipos a Internet a través de una línea telefónica con un servicio ADSL. La parte del módem lo que realiza es la modulación de las señales enviadas desde la red local para que puedan transmitirse por la línea ADSL y demodula las señales recibidas por ésta para que los equipos de la LAN puedan interpretarlas.

<sup>81</sup> LLORET, Jaime. GARCÍA, Miguel. BORONAT, Fernando. "IPTV: la televisión por Internet", Editorial Vértice, Málaga, 2008; pág. 147

*Splitter ADSL*: es el dispositivo que suelen situarse en las tomas de telefonía donde se quiere tener un teléfono. Se trata de un conjunto de dos filtros: uno paso alto y otro paso. La finalidad de estos filtros es la de la separar las señales transmitidas de baja frecuencia (telefonías) y las de alta frecuencia (datos).

*DSLAM*: (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*, Multiplexor digital de acceso a la línea digital de abonado), se trata de un multiplexor localizado en la central telefónica que proporciona a los abonados acceso a los servicios DSL. Este dispositivo es capaz de separar la voz y los datos de las líneas de abonado.

La comunicación de DSLAM y el módem xDSL se realiza a través de dos interfaces llamadas ATU-R (*ADSL Terminal Unit-Remote*) del lado del cliente y ATU-C (*ADSL Terminal Unit-Central*) del lado del proveedor del servicio. Delante de cada uno de ellos se ha de colocar un *splitter*. Se puede distinguir dos tipos de DSLAM:

- *DSLAM sobre ATM*: Los estándares y la industria han impuesto el modelo de ATM sobre ADSL. En este contexto, el DSLAM pasa a ser un conmutador ATM con múltiples interfaces, las interfaces WAN pueden ser STM-1, STM-4, E3 u otras, el resto de ADSL-DMT. El núcleo del DSLAM es una matriz de conmutación de conmutación ATM. De este modo, el DSLAM puede ejercer funciones de control de parámetros y conformado sobre el tráfico de los usuarios con acceso ADSL.
- *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 de alta velocidad, poseen tecnología de conmutación de Ethernet anti-bloqueo, y también proporcionan un buen mecanismo para aplicaciones multicast de video, como IPTV.

A continuación, en la Figura 1-23. Se muestra un esquema del modo de interconexión de los diferentes elementos que se utilizan en una conexión xDSL.

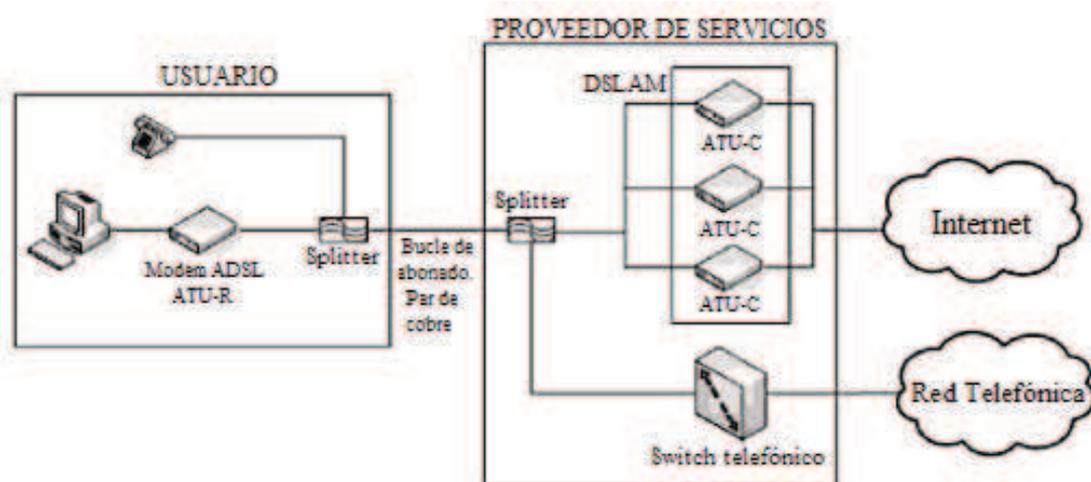


Figura 1-23. Esquema de interconexión del equipamiento xDSL.<sup>[82]</sup>

## ADSL 2

La familia de estándares ADSL2 nació a raíz de la alta demanda de conexiones ADSL y de aplicaciones que requieren un mayor ancho de banda. De toda la familia de ADSL2, los dos estándares más utilizados son: ADSL2 y ADSL2+.

Estas versiones de ADSL permiten tener un mayor ancho de banda con capacidad de suministro de televisión y video de alta calidad por el par telefónico, una mayor distancia de alcance desde la central local hasta el usuario y un menor tiempo de sincronización. En la Tabla 1-8 se observan las principales características de la tecnología ADSL con respecto a ADSL2.

	ADSL	ADSL2	ADSL2+
<b>Ancho de banda de descarga</b>	0,5 MHz	1,1 MHz	2,2 MHz
<b>Velocidad máxima de descarga</b>	8 MHz	12 MHz	24 MHz
<b>Velocidad máxima de subida</b>	1 MHz	2 MHz	5 MHz
<b>Distancia</b>	2,0 Km	2,5 Km	2,5 Km
<b>Tiempo de sincronización</b>	10 a 1000 s	3 s	3 s
<b>Corrección de errores</b>	No	Sí	Sí

Tabla 1-8. Comparativa de ADSL.

<sup>82</sup> LLORET, Jaime. GARCÍA, Miguel. BORONAT, Fernando. "IPTV: la televisión por Internet", Editorial Vértice, Málaga, 2008; pág. 149

### VDSL (*Very high bit-rate Digital Subscriber Line*)

Se trata de una nueva evolución de ADSL, que puede suministrar de manera asimétrica (52 Mbit/s de bajada y 12 Mbit/s de subida) o de manera simétrica (26 Mbit/s tanto en subida como en bajada).

Para conseguir las velocidades tan altas sobre líneas telefónicas, el ancho de banda de la comunicación tiene que extenderse más allá de los 1,1 MHz ocupados por ADSL. En principio, los sistemas VDSL pueden utilizar un espectro de hasta 30 MHz, aunque en la actualidad sólo se ha especificado el plan de frecuencias hasta 12 MHz. La asignación actual del espectro varía en dependencia de la velocidad de línea. La Figura 1-24 muestra un ejemplo de asignación de espectro con velocidades en sentido descendente de 25.92 Mbps y en sentido ascendente de 3.24 Mbps. Existen muchas otras variantes xDSL, pero estas que se han visto son las más utilizadas en la actualidad.

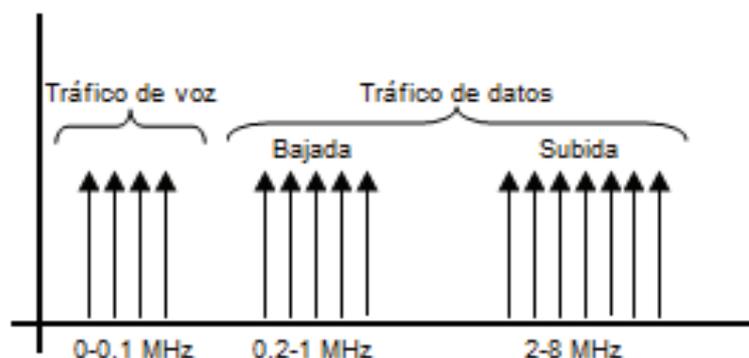


Figura 1-24. Asignación del espectro en VDSL asimétrico.<sup>[83]</sup>

### 1.3.1.3 Redes de Cable

#### 1.3.1.3.1 IPTV sobre redes de cable

El debate dentro de las redes de televisión por cable para comenzar a transmitir video sobre arquitectura IP sigue siendo algo habitual. La amenaza a su negocio de TV de pago por parte de operadores de telecomunicaciones, combinada con la eficiencia del ancho de banda asociada con los mecanismos de entrega del

<sup>83</sup> LLORET, Jaime. GARCÍA, Miguel. BORONAT, Fernando. "IPTV: la televisión por Internet", Editorial Vértice, Málaga, 2008; pág. 150

protocolo IP, son dos factores que impulsan a los operadores de cable hacia un modelo centrado en IP para entregar su contenido de video a los usuarios finales. Para ello se debe pasar de una red basada en radio frecuencia hacia un entorno de conmutación digital de video SDV (*Switched Digital Video*). Sin embargo, este paso requiere de la instalación de una serie de dispositivos nuevos; desde routers hasta set-top boxes IP pasando por conmutadores de red de alta velocidad.

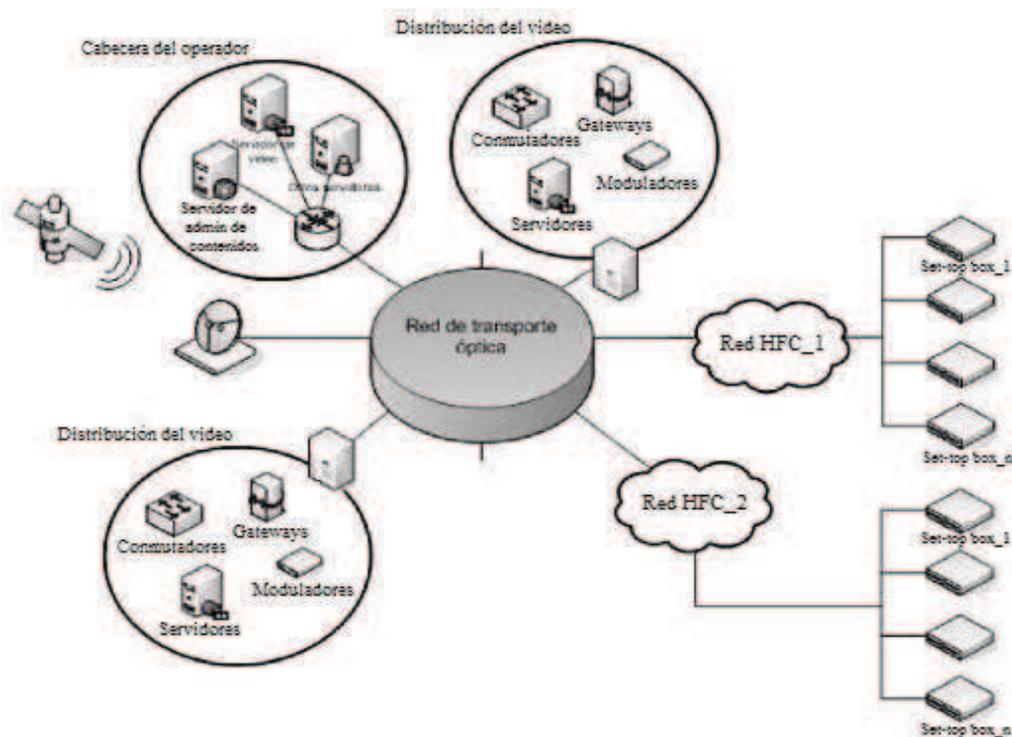


Figura 1-25. Arquitectura de IPTV sobre una red de cable.<sup>[84]</sup>

La figura 1-25 muestra un ejemplo de una arquitectura típica de IPTV sobre cable. En la arquitectura se observa que existen routers y conmutadores de altas prestaciones que son capaces de trabajar con la tecnología de Gigabit Ethernet. Se maneja una red de transporte óptica en el backbone del sistema, ya que este tipo de redes poseen mayor capacidad. Por último también hay moduladores que se encargan de transformar el contenido de video basado en el formato de IP a paquetes RF, para que pueda ser distribuido por la red HFC. Una vez en la red de cable, en el dominio de RF, es donde actúa el estándar DOCSIS que a continuación.

<sup>84</sup> LLORET, Jaime. GARCÍA, Miguel. BORONAT, Fernando. "IPTV: la televisión por Internet", Editorial Vértice, Málaga, 2008; pág. 152

### 1.3.1.3.2 DOCSIS

Las redes HFC son redes de acceso, basadas en sistemas híbridos que combinan fibra óptica y cable coaxial, para crear una red de banda ancha. Esta tecnología permite el acceso a Internet de banda ancha utilizando las redes CATV existentes.

Se puede dividir la topología en dos partes. La primera consiste en conectar al abonado por medio de cable coaxial a un nodo zonal y posteriormente interconectar a los nodos zonales con fibra óptica. Como se puede observar existe una parte de la red donde la información viaja a través del cable coaxial. Durante este trayecto el estándar de comunicaciones utilizado es el DOCSIS.

La Especificación del Interfaz para Servicios de Datos sobre Cable (*Data Over Cable Service Interface Specification*, DOCSIS) se trata de un estándar que define los requisitos de la interfaz de comunicaciones y operaciones para los datos sobre sistemas de cable, lo que permite añadir transferencias de datos de alta velocidad a un sistema de televisión por cable (CATV). En muchos casos sirvió para proporcionar acceso a Internet sobre una infraestructura HFC. Existen tres especificaciones de DOCSIS, aunque se suma una versión europea denominada EuroDOCSIS. La principal diferencia es que, en Europa, los canales tienen un ancho de banda de 8 MHz (PAL) mientras que, en otros países es de 6 MHz (NTSC)

### 1.3.1.4 Redes de Fibra Óptica

#### 1.3.1.4.1 IPTV sobre redes de fibra

En los últimos años, la sociedad de la Información ha experimentado un rápido desarrollo, debido, en gran parte, a la mayor competitividad que existe entre los diferentes operadores de telecomunicaciones. Por otro lado, la demanda cada vez mayor de ancho de banda por parte de los usuarios, provoca que las redes de fibra óptica sean el modelo de red que permite satisfacer las nuevas y crecientes necesidades de capacidad de transmisión y seguridad.<sup>[85]</sup>

---

<sup>85</sup> LLORET, Jaime. GARCÍA, Miguel. BORONAT, Fernando. "IPTV: la televisión por Internet", Editorial Vértice, Málaga, 2008; pág. 155

Debido a esto, se ha provocado un gran interés en utilizar redes de fibra para distribuir servicios emergentes basados en IP, como por ejemplo IPTV. La necesidad de tener una mayor capacidad de ancho de banda más próxima al usuario puede implementarse usando las tecnologías de fibra y una de las siguientes arquitecturas de red (ver Figura 1-26).

- La arquitectura FTTH (*Fibre To The Home*) propone la utilización de fibra óptica en el bucle de abonado empleando una modulación óptica por división en longitud de onda (WDM). La interconexión entre el abonado y el nodo de distribución puede realizarse con una topología en estrella o intercalar un divisor óptico pasivo que reparta la información entre varios usuarios. Al ser el ancho de banda del bucle de abonado elevado, permite transportar la información directamente a tasas de 155,622 Mbps o superiores.
- La arquitectura FTTC (*Fibre To The Curb*) consiste en interconectar los edificios con la cabecera a través de fibra óptica. El usuario se conecta con la unidad óptica situada el centro de distribución del edificio con cable coaxial o par trenzado. Al ser el sistema FTTC un sistema en banda base, el mecanismo de Multiplexación para repartir la información a los usuarios se realiza con técnicas TDM. El multiplexado de la unidad óptica puede realizarse mediante un conmutador ATM que maneja anchos de banda del bucle de abonado cercanos a los 50 Mb sobre cable coaxial o par trenzado.
- La arquitectura FTTN (*Fibre To The Neighbourhood*). También conocido como fibra hasta el nodo, FTTN implica instalar la fibra desde el centro de datos IPTV hasta un *splitter* del barrio. Este nodo está situado generalmente a menos de 1,5 Km del suscriptor. Otro mecanismo para hacer de eslabón final entre el nodo es el (DSL) por el par de cobre.

Estas arquitecturas están evolucionado con el tiempo, al principio sólo se pensaba en una arquitectura FTTN, pero en la actualidad en algunos países ya se está comercializando FTTH. Esta última está pensada para la distribución de servicios avanzados, como Triple Play, telefonía Internet de banda ancha y televisión.

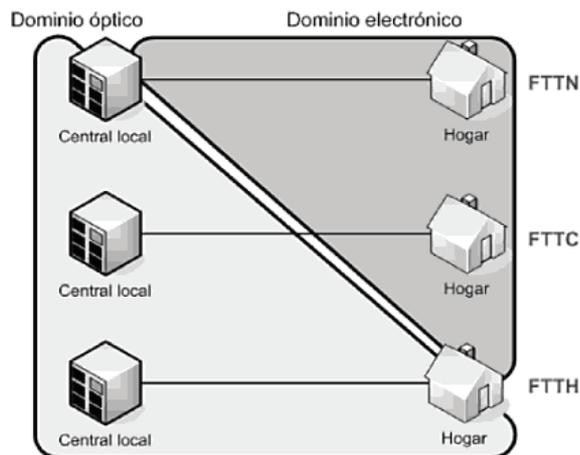


Figura 1-26. Arquitecturas de redes de fibra óptica.<sup>[86]</sup>

#### 1.3.1.4.2 PON, BPON, GPON y EPON

### PON (Red Óptica Pasiva)

Las redes ópticas pasivas (*Passive Optical Network*, PON) basan su modelo de funcionamiento en las redes CATV. Esta nueva arquitectura es una evolución de menor costo a alternativas tradicionales como las redes punto a punto o las redes conmutadas hasta la manzana, puesto que reduce el equipamiento necesario para la conversión electroóptica (se utilizan elementos pasivos) y prescinden del equipamiento de red de alta densidad necesario para la comunidad.

Este tipo de arquitecturas están teniendo tanta importancia como redes de acceso porque poseen las siguientes ventajas:

- PON permite dar servicio a distancias de hasta 20 Km desde la central.
- Las redes ópticas pasivas ofrecen una mayor densidad de ancho de banda por usuario debido a la mayor capacidad de la fibra.
- Las redes PON elevan la calidad del servicio y simplifican el mantenimiento de la red, al ser inmunes a ruidos electromagnéticos, no propagan las descargas eléctricas procedentes de rayos, etc.
- PON permite crecer a mayores tasas de transferencia suponiendo longitudes de onda adicionales. Aspecto muy interesante para tratar los tipos de servicios actuales, los cuales necesitan un mayor ancho de banda.

<sup>86</sup> LLORET, Jaime. GARCÍA, Miguel. BORONAT, Fernando. "IPTV: la televisión por Internet", Editorial Vértice, Málaga, 2008; pág. 156

PON es una tecnología punto-multipunto. Todas las terminales en una red PON se realizan entre la unidad Óptica Terminal de Línea (OLT), localizada en el nodo óptico o central y la Unidad Óptica de Usuario, situada en el lugar más cercano del usuario. Un ejemplo de esta tecnología se puede observar en la Figura 1-27.

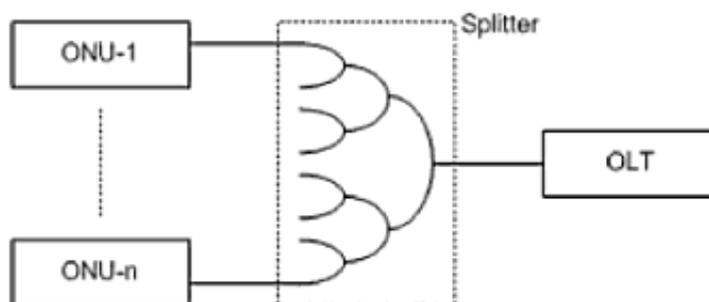


Figura 1-27. Topología básica de una red PON, arquitectura tipo árbol.<sup>[87]</sup>

### APON [ATM (MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRONICA) – PON]

En 1995, los miembros de FSAN (*Full Service Access Network*) desarrollaron una especificación (APON) de una red óptica totalmente pasiva que desde un nodo óptico se comunicaba con un número definido de usuarios utilizando la tecnología ATM y su protocolo de nivel 2. La tasa máxima soportada en canal ascendente, suponiendo una única unidad ONU, es de 155 Mbps. Este ancho de banda se reparte en función del número de ONUs asociados al OLT, y, aunque en un principio, era limitado a 155 Mbps, posteriormente fue ampliado a 622 Mbps.

Posiblemente APON provee el conjunto más rico y exhaustivos de características de operación y mantenimiento de todas las tecnologías PON que se presentan en este capítulo.

A continuación se presenta una tabla comparativa (Tabla 1-9) de las especificaciones **BPON** (Red Óptica Pasiva de Banda Ancha) **GPON** (Gigabit - PON) **EPON** (Ethernet - PON).

<sup>87</sup> LLORET, Jaime. GARCÍA, Miguel. BORONAT, Fernando. "IPTV: la televisión por Internet", Editorial Vértice, Málaga, 2008; pág. 158

	IEEE EPON	UIT-T GPON	UIT-T BPON
Velocidad del canal descendente (Mbps)	1250	1244,16 ó 2488,32	155,52 ó 622,08 ó 1244,16
Velocidad del canal ascendente (Mbps)	1250	155,52 ó 622,08 ó 1244,16 ó 2488,32	155,52 ó 622,08
Codificación de línea	8b/10b	NRZ (+ aleatorización)	NRZ (+ aleatorización)
Direccionamiento por nodo (min)	16	64	32
Direccionamiento por nodo (máx)	256	128	64
Alcance de tramo de fibra	10 Km ó 20 Km	20 Km	20 Km
Protocolo de nivel de enlace de datos	Ethernet	Ethernet over ATM (GFP) y/o ATM	ATM
Soporte tráfico TDM (voz, centralistas)	TDM over IP	TDM nativo sobre ATM o TDM over IP	TDM over ATM
Capacidad ascendente para tráfico IP (Mbps)	< 900	1160 Mbps	500 Mbps
Gestión y mantenimiento	Ethernet OAM, SNMP	PL OAM + OMCI	PL OAM + OMCI
Seguridad en descendente	DES	AES	AES

**Tabla 1-9.** Resumen de las especificaciones PON

### 1.3.1.5 Redes Inalámbricas

#### 1.3.1.5.1 IPTV sobre redes inalámbricas de largo alcance

En la actualidad, las redes inalámbricas<sup>[88]</sup> son un tipo de tecnología de gran importancia dentro de la vida cotidiana de cualquier persona. Pero el mero hecho de ser el tipo de redes más utilizadas, no significa que sean las más adecuadas para soportar el servicio de IPTV.

Estas tecnologías inalámbricas deben ser capaces de soportar mecanismos avanzados de calidad de servicio, ya que se trata de una característica básica utilizada en IPTV y que mejora otras aplicaciones en tiempo real. Otro aspecto

<sup>88</sup> LLORET, Jaime. GARCÍA, Miguel. BORONAT, Fernando. "IPTV: la televisión por Internet", Editorial Vértice, Málaga, 2008; pág. 162

fundamental en este tipo de redes es la movilidad del usuario. Una característica que no liga muy bien con los aspectos de calidad. Se supone que en estos sistemas un usuario debe ser capaz de moverse y recibir la señal de TV de manera adecuada. Actualmente este es uno de los mayores problemas que se está encontrando en la industria, ya que es muy difícil mantener en flujo de video si existe movilidad del usuario entre distintas estaciones base.

Existen redes inalámbricas de gran alcance que se verán a continuación, y que poseen características intrínsecas mucho más adecuadas para soportar de manera adecuada el servicio de IPTV y otros tipos de servicio donde se requiere un ancho de banda elevado y una calidad adecuada. Dentro de este tipo de redes de banda ancha elevado están las redes WiMAX y las redes Mesh. Por otra parte se encuentra la tecnología HSDPA de las redes UTRAN; es la última evolución de las redes de telefonía móvil. Esta tecnología ya es una realidad, pero aún en muchos sitios no se dispone de cobertura HSDPA, por lo tanto en estos lugares es difícil presentar el servicio de IPTV sobre la red de telefonía móvil.

#### 1.3.1.5.2 *WiMAX, Mesh, HSDPA*

### **WiMAX**

El estándar inalámbrico de Interoperabilidad mundial para acceso por microondas WiMAX (IEEE 802.13) proviene de los términos *Worldwide Interoperability for Microwave Access*. Se trata de una norma de transmisión por ondas vía radio de última generación orientada al bucle local inalámbrico que permite la recepción de datos y la retransmisión por ondas de radio proporcionando un acceso compartido con varios repetidores de señal superpuestos, ofreciendo total cobertura en áreas de hasta 48 Km de radio y a velocidades de hasta 70 Mbps.

Un sistema WiMAX está formado por dos piezas fundamentalmente:

- Una torre WiMAX, similar al concepto de una estación base de telefonía móvil. Una torre WiMAX puede dar servicio a un área de gran tamaño.
- Un receptor WiMAX. El receptor y la antena pueden ser una caja pequeña o incluso una tarjeta PCMCIA.

Una red WiMAX tiene un número de estaciones base y antenas asociadas que se comunican vía inalámbrica con un gran número de dispositivos de clientes (o estaciones subscriptoras), lo que se conoce como conexión punto a multipunto.

Además, WiMAX soporta sistemas de antenas inteligentes (*smart antenas*)<sup>9</sup> que son más baratos y efectivos a la hora de reducir los efectos de las interferencias. Otro aspecto destacable de WiMAX es que existen dispositivos que pueden actuar como repetidores de señal, pasando las señales de un dispositivo a otro hasta que alcance la estación WiMAX destino. A esta red intermedia formada por conexiones que pueden ser desde microondas hasta conexión que requieran visión directa, etc. Se le conoce como backhaul.

De este modo, una red WiMAX proporciona dos tipos de conexiones inalámbricas:

- Sin necesidad de visión directa (NLOS): conexiones donde una pequeña antena en el PC conecta a la torre. En este modo WiMAX usa el rango más bajo de frecuencia, que está entre 2 y 11 GHz. Las transmisiones de más baja longitud de onda no son tan sensibles a los elementos intermedios del camino. Pueden fácilmente propagarse alrededor de ellos.
- Servicio con necesidad de visión directa (LOS). La conexión con línea de visión es más estable y robusta, capaz de enviar mayor cantidad de datos con una tasa de error baja. Este tipo de servicios usan las frecuencias altas, lo que origina que haya menos interferencia y el ancho de banda sea mayor.

WiMAX incluye varios escenarios. Por ejemplo para escenarios fijos donde los nodos no poseen movilidad se utiliza el estándar IEEE 802.16 el cual engloba los estándares IEEE 802.16a, 802.16c, 802.16d. En cambio cuando los usuarios poseen movilidad se utiliza el estándar IEEE 802.16e.

A continuación se muestra una arquitectura típica (ver Figura 1-28) y en la Tabla 1-10 se muestra un resumen de las características más importantes de los estándares WiMAX más utilizados.

---

<sup>9</sup> Antenas inteligentes, propias de las redes celulares de 3G, emiten un haz muy estrecho que se puede ir moviendo, electrónicamente, para enfocar siempre al receptor, con lo que se evitan las interferencias entre canales adyacentes y consume menos potencia al ser un haz más concentrado.

	802.16	802.16a	802.16e
Espectro	10 – 66 GHz	< 11 GHz	< 6 GHz
Funcionamiento	Solo con visión directa	Sin visión directa (NLOS)	Sin visión directa (NLOS)
Tasa de bit	32-134 Mbit/s con canales de 28 MHz	Hasta 75 Mbit/s con canales de 20 MHz	Hasta 15 Mbit/s con canales de 5 MHz
Modulación	QPSK, 16QAM y 64 QAM	OFDM con 256 subportadoras QPSK, 16QAM, 64QAM	Igual que 802.16a
Movilidad	Sistema fijo	Sistema fijo	Sistema móvil
Anchos de banda	20, 25 y 28 MHz	Seleccionables entre 1,25 y 20 MHz	Igual que 802.16a con los canales de subida para ahorrar potencia
Radio de celda típico	2 – 5 Km aprox.	5-10 Km aprox. (alcance máx 50 Km)	7 – 8 Km aprox.

Tabla 1-10. Resumen del estándar 802.16

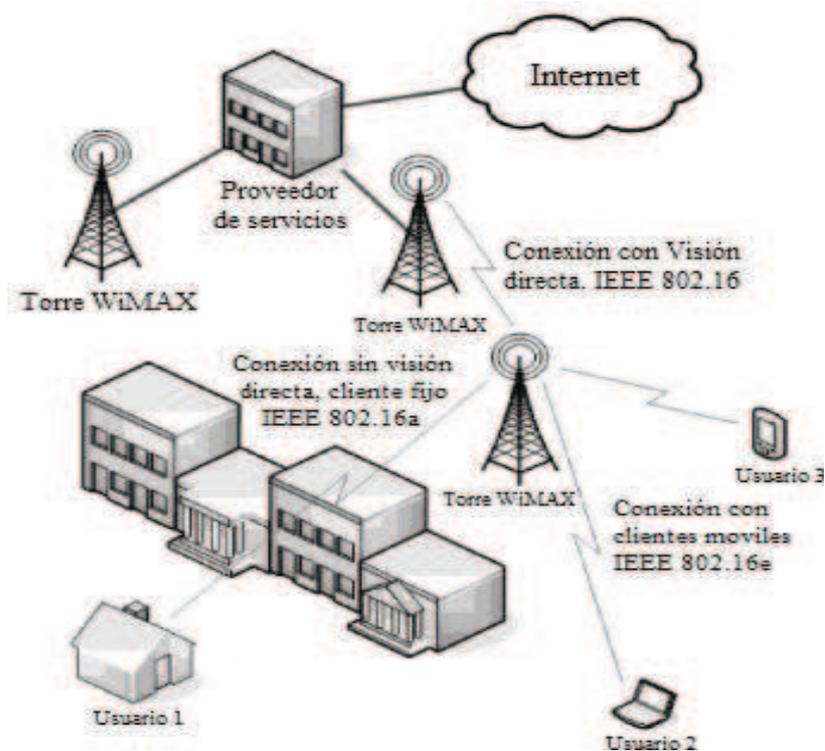


Figura 1-28. Arquitectura WiMAX con el uso de diferentes estándares.<sup>[89]</sup>

<sup>89</sup> LLORET, Jaime. GARCÍA, Miguel. BORONAT, Fernando. "IPTV: la televisión por Internet", Editorial Vértice, Málaga, 2008; pág. 166

## Mesh

En estas redes se mezclan las dos topologías de las redes inalámbricas, la topología ad-hoc y la topología de infraestructura (ver Figura 1-29.). Se trata de redes con topología de infraestructura pero que permiten unirse a la red a dispositivos que se encuentren fuera del rango de cobertura de los puntos de acceso. La comunicación se realiza porque algunos dispositivos están dentro del rango de cobertura de alguna tarjeta de red de otro nodo que directamente o indirectamente está dentro del rango de cobertura de un punto de acceso. En este tipo de redes, se puede ampliar el alcance, añadir redundancia, y mejorar la fiabilidad de la red simplemente añadiendo más nodos.

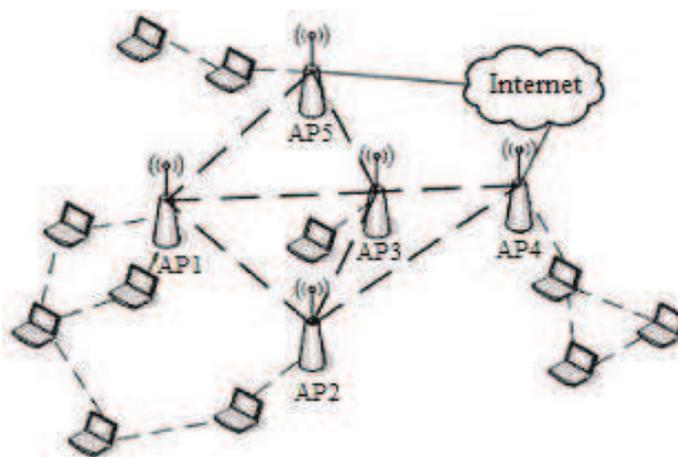


Figura 1-29. Esquema de una red Mesh.<sup>[90]</sup>

Las redes Mesh son autoconfigurables, no necesitan de un elemento administrador del sistema para indicar cómo se debe llegar a un destino. La red se auto-organiza y no requiere ninguna configuración manual. De hecho, cuando un nodo se introduce en la red, primero la red descubre el nuevo nodo e inmediatamente lo incorpora al sistema existente. Una red mesh, además de ser intrínsecamente fiable, es muy adaptable. Si un dispositivo o enlace falla, los mensajes que circulaban por ese camino se envían a través de otros dispositivos para llegar al destino. Además, la pérdida de uno o más nodos no afecta necesariamente al funcionamiento de la red.

<sup>90</sup> LLORET, Jaime. GARCÍA, Miguel. BORONAT, Fernando. "IPTV: la televisión por Internet", Editorial Vértice, Málaga, 2008; pág. 167

Respecto a radio de cobertura y ancho de banda hay que decir que estos parámetros dependerán de la tecnología que se utilicen para la creación de la red mesh. Normalmente estas redes están creadas mediante tecnología Wi-Fi o mediante tecnología Wi-Fi junto con WiMAX. Si se utiliza la segunda opción, normalmente la tecnología WiMAX es la manejada para las conexiones entre puntos de acceso y Wi-Fi para dar servicios desde el punto de acceso hasta los usuarios finales.

Dos estándares que están ayudando mucho al desarrollo de este tipo de redes y que se verán más adelante son, el IEEE 208.11n y el IEEE 802.11s (*Wi-Mesh Alliance*). El borrador del estándar 802.11s define la capa física y enlace de datos para redes mesh. El estándar ofrece flexibilidad requerida para satisfacer los requerimientos de ambientes residenciales, de oficina, campus, seguridad pública y aplicaciones militares. Por ahora el estándar 802.11s define sólo sistemas para ambientes en interiores. La especificación también incluye características tales como sensado adaptativo de portadora para reutilización espacial del espectro, coordinación de canales de acceso y soluciones de administración de recursos de radio frecuencia (RF).

## **HSDPA**

La tecnología HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*) es la optimización de la tecnología espectral UMTS/WCDMA<sup>r</sup>; consiste en un nuevo canal compartido en el enlace descendente que mejora significativamente la capacidad máxima de transferencia de información hasta alcanzar tasas de 14 Mbps. La velocidad teórica de transferencia de datos en UMTS va desde los 144 kbps en terminales sobre vehículos a gran velocidad (menos de 500 km/h) y los 384 kbps para los usuarios con terminales en el extrarradio de edificios o en vehículos a baja velocidad (menos de 120 km/h), hasta los 2 Mbps para terminales en interiores de edificio o a muy baja velocidad (menos de 10 km/h). No obstante, en la práctica

---

<sup>r</sup> UMTS, Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (*Universal Mobile Telecommunications System*) es una de las tecnologías usadas por los móviles de tercera generación 3G, también llamado W-CDMA (CDMA de banda ancha),

las redes no soportan más de 1 Mbps, proporcionando a un máximo de dos usuarios por celda con unas velocidades máximas cada uno de 384 kbps. Por su parte, HSDPA, con unas velocidades de entre 14 y 3,6 Mbps, permitiría disfrutar de unas velocidades de hasta 384 kbps a unos cuarenta usuarios por celda, o a más de cien personas con tasas de 10 kbps.

El principal objetivo de HSDPA es el conseguir un ancho de banda mayor. La compatibilidad es crítica, así que los diseñadores de HSDPA utilizaron una filosofía evolutiva. HSDPA básicamente es igual a la versión 99 de UMTS (R99). HSDPA realiza mejoras sobre los 5 MHz de ancho de banda del canal de bajada de W-CDMA (*wideband CDMA*) usando una técnica diferente de modulación y codificación: modulación de amplitud en cuadratura 16QAM y codificación variable de errores. HSDPA implementa un nuevo canal dentro de W-CDMA llamado HS-DSCH (*High Speed Downlink Shared Channel*), este canal es compartido entre todos los usuarios brindando altas velocidades de bajada. Este nuevo tipo de canal de transporte en HSDPA denominado HS-DSCH, hace un uso muy eficiente de los recursos de radiofrecuencia. Este nuevo canal de transporte comparte los múltiples códigos de acceso, la potencia de transmisión y la infraestructura hardware entre diversos usuarios.

La mayoría de los proveedores de 3G ofrecen esta tecnología en su red. La principal utilidad del servicio es que se dispone de una conexión de datos con mayor ancho de banda y menor latencia. Esto permite navegar, hacer descargas de música, utilizar aplicaciones de video sobre Internet a mayor velocidad. Los operadores han enfocado este servicio como acceso móvil a Internet de banda ancha. HSDPA tiene la oportunidad de introducir en movilidad el mercado llamado "Triple Play" es decir, TV + acceso a Internet + voz, en movilidad.

Al igual que HSDPA, nuevas tecnologías prometen incluso anchos de banda superiores y nuevos servicios como HSUPA (banda ancha en subida, Release 6), MIMO<sup>s</sup> (*Multiple-Input Multiple-Output*) y OFDM<sup>t</sup> (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*), estas dos últimas especificadas en al Release 7 de 3GPP.

Sin esperar al futuro, donde los datos a alta velocidad vía inalámbrica circularán sobre nuevas interfaces como MIMO/OFDM, los operadores pueden acelerar el Retorno de la inversión (ROI) de los despliegues de 3G gracias a la alta eficiencia espectral de HSDPA, lo que significa una cobertura y una capacidad mayor en relación a costos de hardware pequeños.

Después de ver las redes inalámbricas de largo alcance más importantes del mercado, a continuación se presenta la Tabla 1-11 donde se puede observar una comparativa de las mismas.

	<b>WiMAX (IEEE 802.16e)</b>	<b>Mesh</b>	<b>3G / HSDPA</b>
Banda de frecuencia	3,5 GHz	2,5 y 5 GHz	900, 1800, 2100 MHz
Velocidad media	15 Mbps	54 Mbps	14 Mbps
Modulación	QPSK, 16QAM y 64QAM	DSSS, CCK, OFDM	16QAM y 64QAM
Ancho de banda del canal	5 MHz	20 MHz	5 MHz
Radio medio de cobertura	7 – 8 Km	100 – 400 m	400 – 1200 m
Espectro libre	No	Sí	No
Interferencias radioeléctricas	Bajas	Altas	Bajas
Costo de implantación	Elevado	Medio	Bajo
Costo de los dispositivos	Elevado	Bajo	Bajo
Movilidad	Sí	Sí	Sí
Despliegue actual	Bajo	Bajo	Alto
Nivel de calidad de servicio	Alto	Medio	Medio
Seguridad	Alto	Alta	Media

**Tabla 1-11.** Comparativa de las redes inalámbricas de largo alcance.

<sup>s</sup> MIMO (Múltiple entrada, múltiple salida), es el método de utilización de múltiples antenas para incrementar la tasa de transmisión y reducir la tasa de error en comunicaciones inalámbricas.

<sup>t</sup> OFDM (Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales), es una multiplexación que consiste en enviar un conjunto de ondas portadoras de diferentes frecuencias, donde cada una transporta información.

Aunque se ha intentado hacer una comparativa de las redes inalámbricas de largo alcance lo más completa posible, en los aspectos técnicos no se ha podido profundizar mucho, ya que se tratan de tecnologías diferentes y cada una de ellas posee características propias.

La tecnología inalámbrica que actualmente está teniendo una mayor aceptación, o donde existe una mayor cuota de mercado, son las redes 3G/HSDPA. La principal ventaja de este tipo de redes es que la infraestructura más costosa ya está desplegada (se realizó en la época de la telefonía móvil). Por lo tanto, las capacidades que necesita la red para dar soporte a los nuevos servicios multimedia (IPTV) no implican un gasto tan elevado como el hecho de desplegar una nueva red. Se puede observar en la Tabla 1-11 que 3G/HSDPA presenta unas buenas condiciones para soportar estos servicios, pero no se trata de la solución más completa. Por ejemplo las redes Mesh, basadas en las tecnologías Wi-Fi, poseen un ancho de banda elevado de (54 Mbps) que en poco tiempo podría llegar a los 100 Mbps si se utiliza el estándar IEEE 802.11n que se verá a continuación. El principal inconveniente de estas redes es el radio de cobertura que posee cada punto de acceso.

Las redes WiMAX son las que mejor se adaptan a la difusión de señales tipo (IPTV). Como se ha podido observar, el área de cobertura con una sola estación base es bastante grande con respecto a las otras tecnologías vistas. El ancho de banda es similar al obtenido en 3G/HSDPA, aunque como se ha podido observar hay versiones de WiMAX que permiten mayores velocidades a cambio de perder otras características. El punto más crítico de esta tecnología es el precio de los dispositivos y de la implementación. En un lugar donde no existe ninguna otra tecnología para el intercambio de datos, aunque los dispositivos son caros el dinero necesario para dar una infraestructura de red es mucho menor que si tenemos que traer un medio de cableado hasta el lugar objetivo.

Por estas razones WiMAX está teniendo éxito, en aquellos lugares donde no existía una red de telecomunicaciones previa. También actualmente se está pensando en utilizar redes híbridas WiMAX-Mesh (Wi-Fi), para así poder competir

contra HSDPA, cuyo Talón de Aquiles es el sistema de facturación que están utilizando los operadores. Dicho sistema se caracteriza por una tarifa plana, pero si sobrepasas un límite de descarga al mes la velocidad disminuye a 192 kbps, una velocidad incompatible con los servicios multimedia que requieren un tasa de descarga de datos más elevada.

### **1.3.1.6 Redes de distribución en el hogar/empresa**

#### *1.3.1.6.1 Distribución de IPTV en interiores*

Uno de los desafíos por parte de los operadores es la distribución de la señal de IPTV dentro de los hogares de los usuarios. Las redes de acceso entregan la señal desde la central más próxima al usuario hasta el propio usuario con una calidad determinada, pero la distribución de dicha señal dentro del hogar puede dar lugar a una recepción defectuosa.

Además, el ancho de banda demandado por los usuarios en las infraestructuras de red está creciendo exponencialmente debido a que deben adaptarse a aplicaciones como *streaming* de IPTV de alta definición, contenido basado en el usuario, juegos en red, etc. La eficiencia en la distribución de estos servicios depende en gran medida de los dispositivos de que dispone el usuario y de las tecnologías de red utilizadas.

Esta redes de usuarios deben ser un método fiable para la distribución de contenido de tofo tipo (datos, video, IPTV, etc.) en todas las partes de una casa/empresa. Para ello los requisitos que deben seguir este tipo de redes son:

- Ancho de banda alto: La tecnología de interconexión debe soportar altas tasas de datos para así dar soporte a las aplicaciones de IPTV. Como se describe en la Tabla 1-12, la tecnología de interconexión no sólo necesita tolerar tasas medias tráfico de red sino también debe soportar tasas de pico en determinado momento del día; por ejemplo, una hora habitual de ver una película sería después de la cena, en ese momento se necesita un mayor ancho de banda que por ejemplo a media mañana.

- **Fiabilidad.** La tecnología utilizada en el hogar debe ser fiable. Una de las principales características que suele utilizarse para indicar el nivel de fiabilidad de un tipo de tecnología en particular es su capacidad de mantener las tasas de error de paquete al mismo nivel que la tasa de error del streaming de IPTV entrante.
- **Capacidad de funcionamiento ante interferencias.** Las tecnologías utilizadas deben ser capaces de ocuparse o de que no afecten las interferencias que existen dentro del hogar y que en algunos casos proceden de fuentes externas tales como vecinos. Actualmente diversos tipos de dispositivos en un hogar tienen el potencial de interferir con el flujo de aplicaciones utilizadas. Por esta razón, se necesita de que la tecnología permita garantizar que los niveles de los servicios sigan siendo elevados.
- **Altos niveles de calidad de servicio.** Las tecnologías utilizadas deben asegurar que el jitter y los retardos en la red sigan siendo bajos. Además, las tecnologías deben ser capaces de dar prioridad al tráfico IPTV cuando la capacidad del ancho de banda de la red física subyacente se haya superado. Asimismo, la tecnología debe permitir mecanismo de QoS, ya que siempre son necesarios cuando se manejan servicios multimedia, que es el caso de IPTV.

<b>Aplicación</b>	<b>BW medio – BW de pico (Mbps)</b>
Streaming HDTV (compresión MPEG-2)	12 – 18
Streaming SDTV (compresión MPEG-2)	3 – 8
Voz digital de alta calidad	< 1
Acceso a Internet de alta velocidad	2 – 4
Streaming de IPTV VoD	4 – 6

**Tabla 1-12.** Requerimientos de ancho de banda en diferentes aplicaciones

A continuación se presenta diversas tecnologías que se utilizan o se utilizarán para la transmisión de la señal de datos, video, audio, IPTV, etc.

### 1.3.1.6.2 Redes IEEE 802.x, UWB

#### IEEE 802.3u/ab/z

El IEEE 802.3u, también conocido como Fast Ethernet está compuesto por una serie de tecnología que son 100BaseTX (basado en cable de cobre) y 100BaseFX (basado en fibra). En la Tabla 1-13, se observa la distancia máxima de cable sin elementos intermedios que puede soportar Fast Ethernet.

Arquitectura	100BaseTX	100BaseFX	100BaseFX y 100BaseTX
Estación a estación	100 metros	412 metros	
Un repetidor de clase I (semidúplex)	200 metros	272 metros	100 metros TX 160 metros FX
Un repetidor de clase II (semidúplex)	200 metros	320 metros	100 metros TX 208 metros FX
Dos repetidores de clase II (semidúplex)	205 metros	228 metros	105 metros TX 211 metros FX

**Tabla 1-13.** Arquitectura y distancia de cable.

Gigabit Ethernet, también conocida como GigE, es una ampliación del estándar Ethernet (concretamente la versión 802.3ab y 802.3z del IEEE) que consigue una capacidad de transmisión de 1 Gigabit por segundo, correspondiente a unos 1000 megabits por segundo de rendimiento contra 100 de Fast Ethernet. La idea de obtener velocidades de Gigabit sobre Ethernet se gestó durante 1995, una vez aprobado y ratificado el estándar Fast Ethernet, y prosiguió hasta su aprobación en junio de 1998 por el IEEE como el estándar 802.3z, IEEE 802.3ab, estandarizado en 199, define el funcionamiento de Gigabit Ethernet sobre cables de cobre UTP de categoría 5, 5e ó 6 y por supuesto sobre fibra óptica (802.3z). De esta forma. Pasó a denominarse 1000BASE-T.

A más de 1000BASE-T se tiene otras variantes de la tecnología Ethernet, IEEE 802.3z desarrolló una solución Ethernet Gigabit en fibra que soporta transmisión semidúplex y dúplex completo a velocidades de 1Gbps (1000mbps). La norma 1000Base-SX se desarrolló para soportar canalizaciones de fibra multimodo de menor costo en aplicaciones de subsistema horizontal y de menor longitud.

La norma 1000Base-LX se desarrolló para soportar subsistemas de fibra para edificios multimodo y subsistemas de campo monomodo. La Tabla 1-14 presenta las distancias máximas cuando empleamos 1000BaseSX y en la Tabla 1-15 se observa el mismo resultado pero en este caso con 1000BaseLX; para 1000BaseT la distancia máxima entre dispositivos es 100 metros.

Medio	Ancho de banda modal	Distancia máxima
62,5 $\mu$ m MMF	160	220 metros
62,5 $\mu$ m MMF	200	275 metros
50 $\mu$ m MMF	400	500 metros
50 $\mu$ m MMF	500	550 metros

**Tabla 1-14.** Distancia máxima del cable 1000BaseSX

Medio	Ancho de banda modal	Distancia máxima
62,5 $\mu$ m MMF	500	550 metros
50 $\mu$ m MMF	400	550 metros
50 $\mu$ m MMF	500	550 metros
10 $\mu$ m MMF		5000 metros

**Tabla 1-15.** Distancia máxima del cable 1000BaseLX

La Tabla 1-16 muestra un resumen de los medio físicos que se han mencionado.

	100BaseTX	100BaseFX	1000BaseT	1000BaseSX	1000BaseLX
Capacidad	100 Mbps	100 Mbps	1 Gps	1 Gps	1 Gps
Codificación	4B/5B	4B/5B	4D-PAMS	8B/10B	8B/10B
Modo	Half-dúplex Full-dúplex	Full-dúplex	Full-dúplex	Full-dúplex	Full-dúplex
Medio utilizado	Cobre	Fibra óptica	Cobre	Fibra óptica	Fibra óptica
Longitud máxima	100 metros	412 metros	100 metros	550 metros	5000 metros
Conectores	RJ-45 ó DB-9	SC ó ST	RJ-45 ó DB-9	SC ó LC	SC ó LC
Grado de utilización	Alto	Medio	Medio-Alto	Medio-Alto	Alto para largas distancias

**Tabla 1-16.** Resumen sobre los niveles físicos utilizados en la familia Ethernet

## IEEE 802.11 a/b/g/n

Los estándares de la familia de IEEE 8 son especificaciones realizadas por un grupo del IEEE destinado a estudiar las redes de área local inalámbricas. Estas normas definen los diferentes aspectos de la capa física y la de enlace de datos, que se deben seguir para realizar las comunicaciones de una forma eficiente y siguiendo unas premisas. Este grupo de trabajo ha realizado una gran cantidad de estándares pero los más conocidos y utilizados son: IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g y IEEE 802.11n. Este último se verá a continuación está en fase de desarrollo pero ya existen muchos terminales que implementan su borrador. De los cuatro estándares que se va a desarrollar a continuación el IEEE 802.11b fue el primer en ver la luz.

Par finalizar este capítulo se presenta la Tabla 1-17, donde existe una comparativa de las características principales de los estándares mencionados.

Estándar	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n
Fecha	1999	1999	2003	Próximamente
Velocidad (Mbps)	54	11	54	600
Modulación	OFDM	DSSS CCK	DSSS CCK OFDM	DSSS CCK OFDM
Banda (GHz)	5	2,4	2,4	2,4 ó 5
Números de flujos	1	1	1	1 a 4
Canal (MHz)	20	20	20	20 ó 40

**Tabla 1-17.** Comparativa de los diferentes estándares IEEE 802.11

## UWB

La tecnología *Ultra Wideband* está emergiendo como posible solución para las comunicaciones inalámbricas de corto alcance y alta conectividad, gracias a su bajo costo y a la simplicidad de sus sistemas. Además, permite obtener altas tasas de transmisión de datos en aplicaciones para varios usuarios.

Por ello se define el UWB como una tecnología en el rango de las PAN (Personal Area Network) que permite radios de información muy grandes (480 Mbits/s) en distancias cortas (en el orden de los metros).

UWB difiere sustancialmente de las estrechas frecuencias de banda de radio (RF) y tecnologías “*spread spectrum*” (SS), como el Bluetooth y el IEEE 802.11. UWB usa un ancho de banda muy alto del espectro de RF para transmitir información, por lo que es capaz de transmitir más información en menos tiempo que las tecnologías anteriormente citadas.

Las ventajas que ofrece UWB son su bajo consumo (como emisor de ondas de radio), bajo costo (se puede usar tecnología CMOS para la implementar un dispositivo UWB radio) y alta productividad, lo que marca a esta tecnología como el futuro de las WPAN. Además, UWB permite reutilización de espectros. Por ejemplo, podemos tener una serie de dispositivos en nuestro salón de casa comunicándose con nuestro computador a través de un canal, y a la vez, en otra habitación, otra serie de dispositivos en el mismo canal comunicándose igualmente. WPAN basadas en UWB pueden hacer uso del mismo canal de interferencia, debido a los rangos tan cortos que permite UWB. En el mismo ejemplo, si se usara una WPAN basada en Wi-Fi, mientras se estuviera usando un dispositivo, éste ocuparía el ancho de banda del canal, con lo que podríamos estar usando otro dispositivo de forma eficiente.

Otra ventaja de UBW es la seguridad intrínseca que posee, puede que es necesario conocer la secuencia de transmisión de los bits de información para poder escuchar las transmisiones. Además, la relación señal/ruido es tan baja que las transmisiones son confundidas con ruido ambiente o ruido de fondo. Asimismo, las transmisiones pueden cifrarse sin ningún tipo de limitación.

En principio, la gran desventaja de UWB respecto a todas estas tecnologías, aparte de su menor alcance sobre todo en comparación con Wi-Fi, es su falta de estandarización y menor implantación en el mercado.

---

# *Capítulo 2*

**ANÁLISIS DE LA RED DE ACCESO**

## 2.1 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE TELEFONÍA

La red acceso de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones está basada en celdas las cuales están administradas por un nodo de acceso, y éste a su vez se encuentra enlazado mediante un cable de fibra óptica a otros nodos de acceso y a la central telefónica conformando un anillo.

La red está basada en nodos de acceso con el fin de reducir la distancia del bucle de cobre del abonado a la central puesto que los cables primarios que antes convergían a la central ahora convergen a los nodos de acceso que se encargan del transporte de la información, esto permite dividir un área de cobertura en sectores llamadas celdas. En la Figura 2-1 se puede observar una topología típica basada en nodos de acceso.

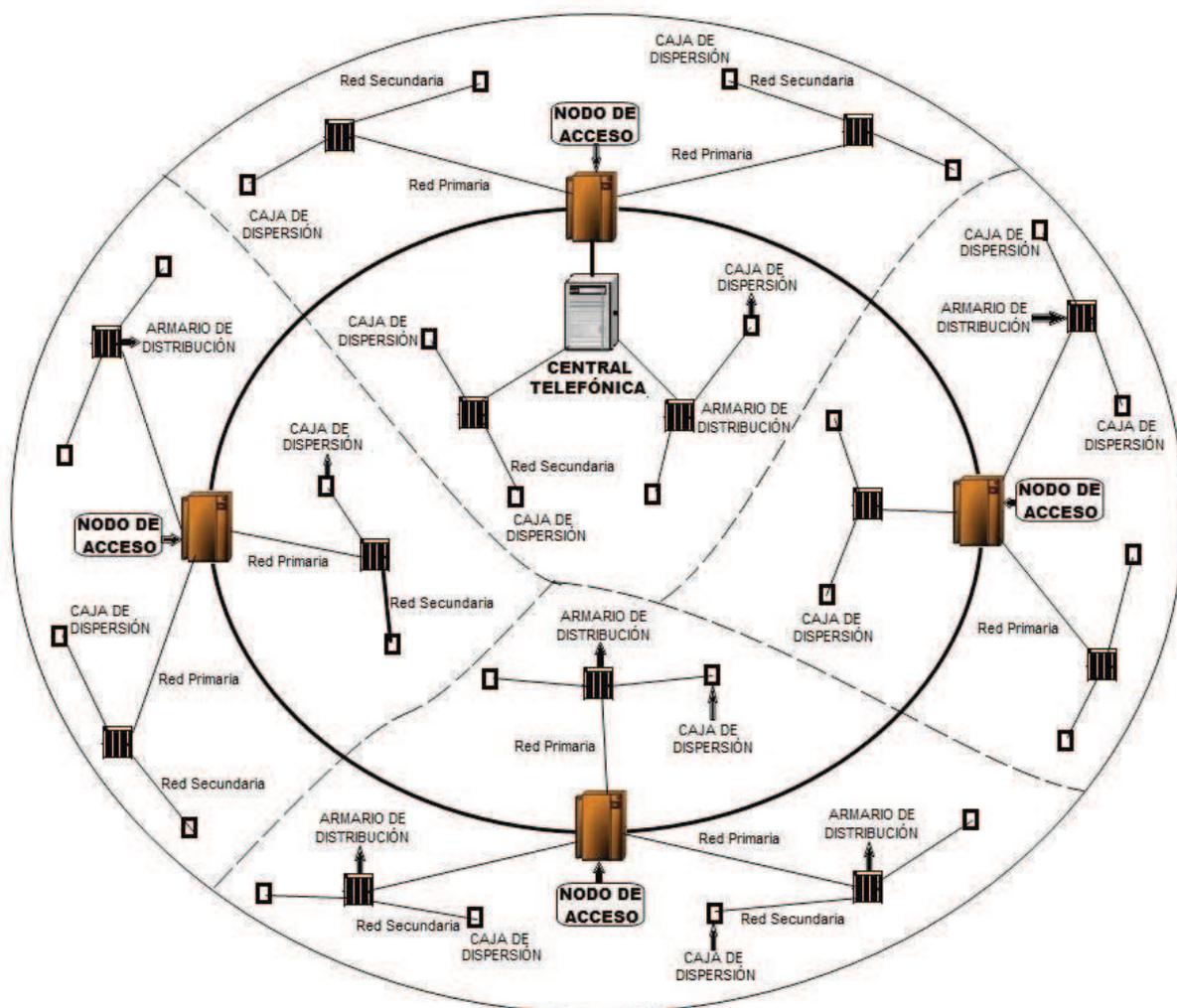
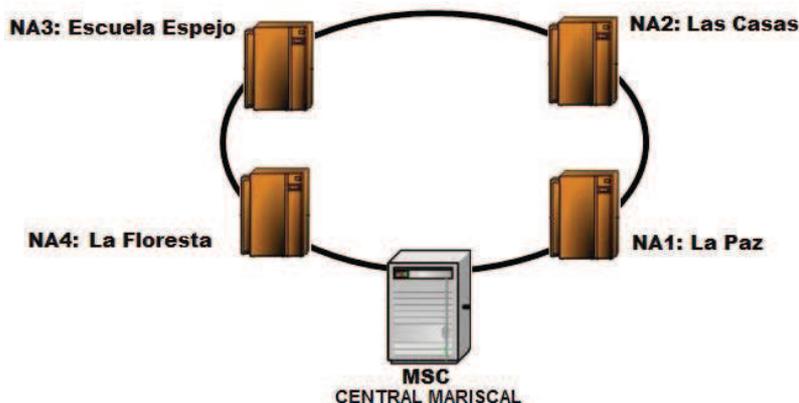


Figura 2-1. Topología basada en Nodos de acceso y celdas



**Figura 2-2.** Anillo secundario Mariscal Sucre

Como se observa en la Figura 2-2 la Central de Mariscal está configurada con cuatro nodos de acceso: Nodo NA1: La Paz, Nodo NA2: Las Casas, Nodo NA3: Escuela Espejo y Nodo NA4: La Floresta, los cuales conforman el Anillo Secundario Mariscal Sucre de tecnología Alcatel.

El sector de las Casas actualmente se encuentra atendido directamente por redes de la Central de Mariscal y propiamente dicho del Nodo NA2: Las Casas.

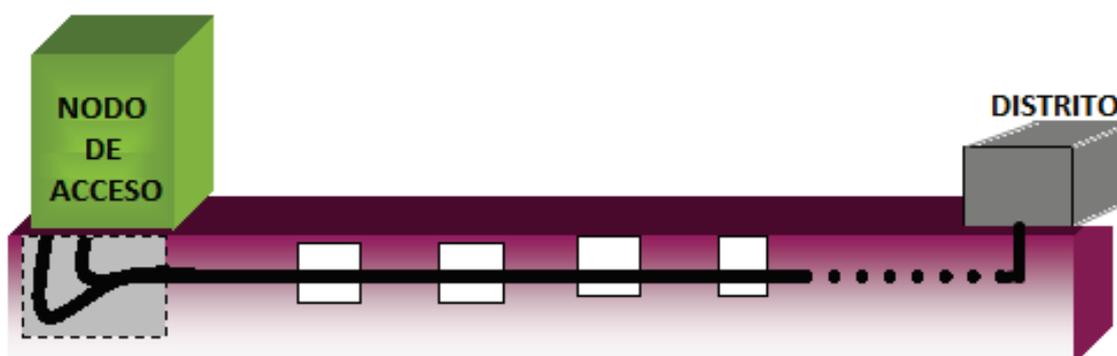
### **2.1.1 PLANOS DE RED PRIMARIA**

Cada área de central está dividida en áreas más pequeñas cada una de las cuales se denomina área de distrito y en cada una de estas áreas de distrito existe un armario de distribución en el que se concentra el servicio telefónico del sector.

La red primaria es la que une con todos y cada uno de los armarios que pertenecer al Nodo Las Casas, esta red primaria está construida con cable telefónico multipar de 1800 pares que atienden no solo al sector Las Casas sino al otros aledaños.

Cada uno de los armarios de distribución cuenta con una nomenclatura para su identificación. El sector de Las Casas es atendido por los siguientes armarios: D-21, D-21A, D-23, D-23A, D80B, D80D, D80E, D80F, D-81, D-81A, D82.

Cada cable telefónico multipar que sale del Nodo se denomina una ruta y cada ruta se la denomina en orden cronológico. La ruta comienza en el interior del edificio en donde está instalada la central telefónica en un elemento llamado repartidor el mismo que está formado por un sin número de bloques de conexión de 100 pares. Cada uno de los bloques de conexión está dividido imaginariamente en dos partes de 50 pares y cada parte esta numerada.



**Figura 2-3.** Tramo de Red Primaria

Cada abonado es dueño exclusivo de un par telefónico primario el mismo que es identificado por el número de la regleta y por el número del par que puede ser del 1 al 50.

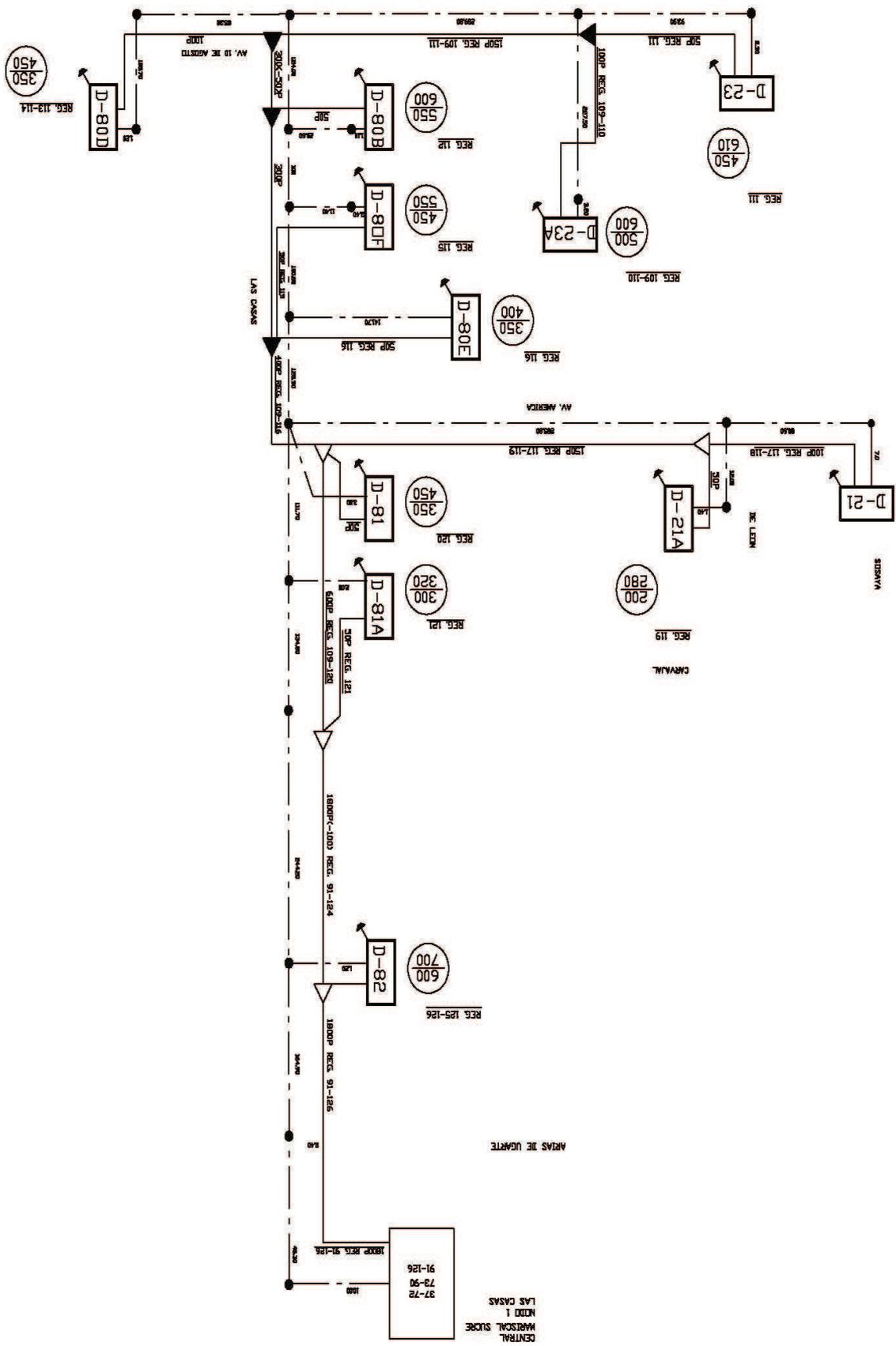
Regleta 13	par 21
------------	--------

Nomenclatura de red primaria



**Figura 2-4.** Regletas de red primaria

A continuación se presenta el plano de la red primaria para el sector Las Casas y el ANEXO F muestra la simbología empleada.



## 2.1.2 PLANOS DE RED SECUNDARIA

El área de distrito se divide en áreas más pequeñas cada una de las cuales se denomina área de dispersión y en cada una de estas áreas se coloca una caja de dispersión que normalmente es de 10 a 20 pares. Estas cajas de dispersión están colocadas en los postes de distribución eléctrica. Cada caja de dispersión tiene un número alfanumérico, una letra y un número del 1 al 5.

La red secundaria es la que une el armario de distribución con las cajas de dispersión, normalmente la red secundaria es mixta porque tiene una parte aérea y una parte subterránea.

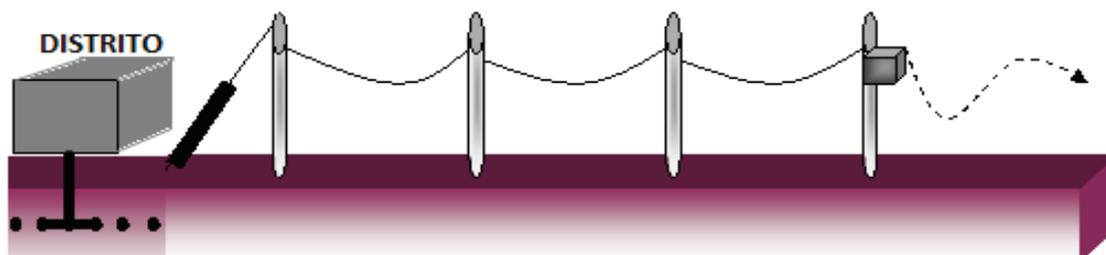


Figura 2-5. Tramo de Red Primaria

Cada abonado es dueño exclusivo de un par telefónico secundario que es identificado por el nombre de la caja de dispersión y por el número del par que puede ser del 1 al 10.

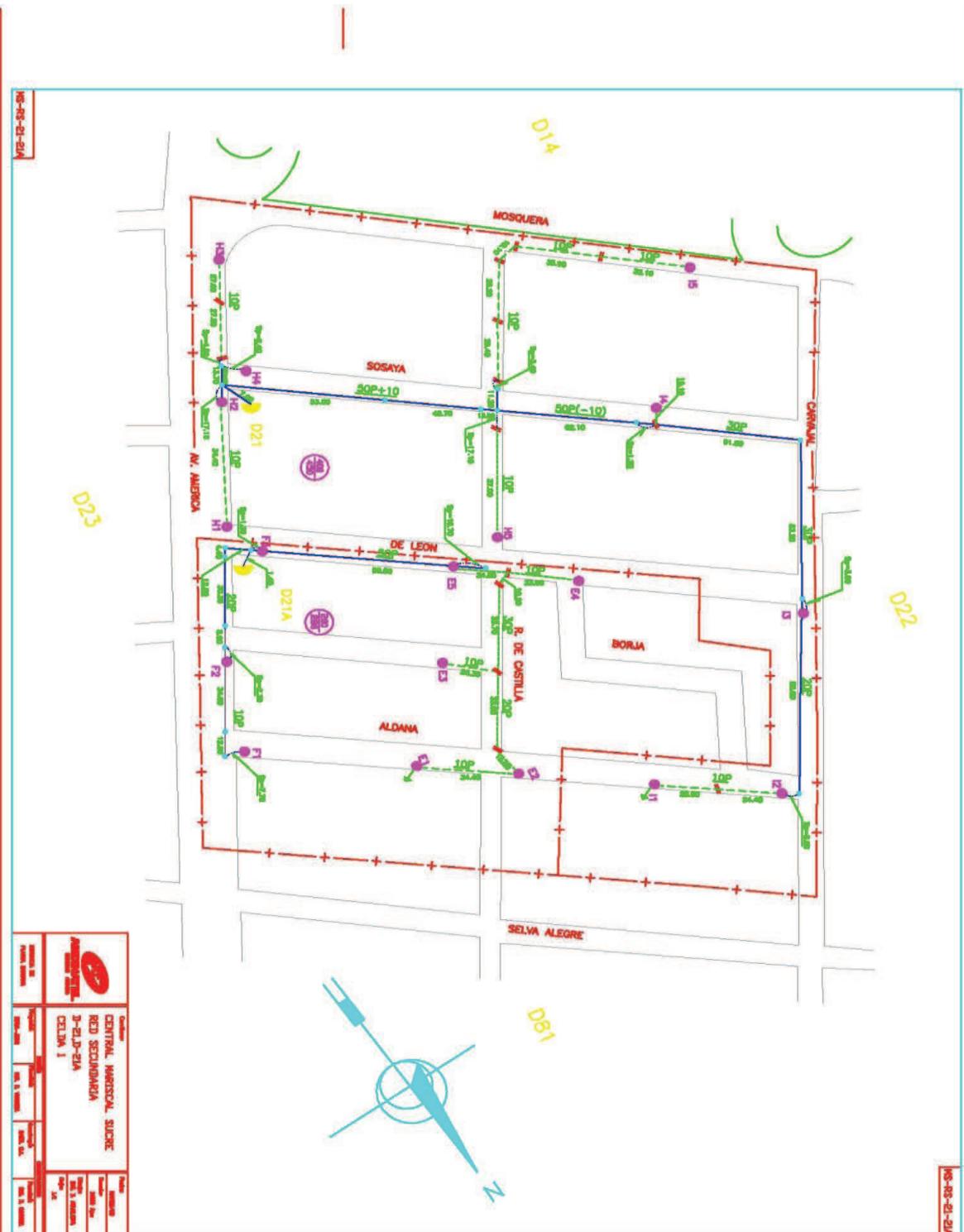
A 1	par 5
-----	-------

Nomenclatura de red secundaria

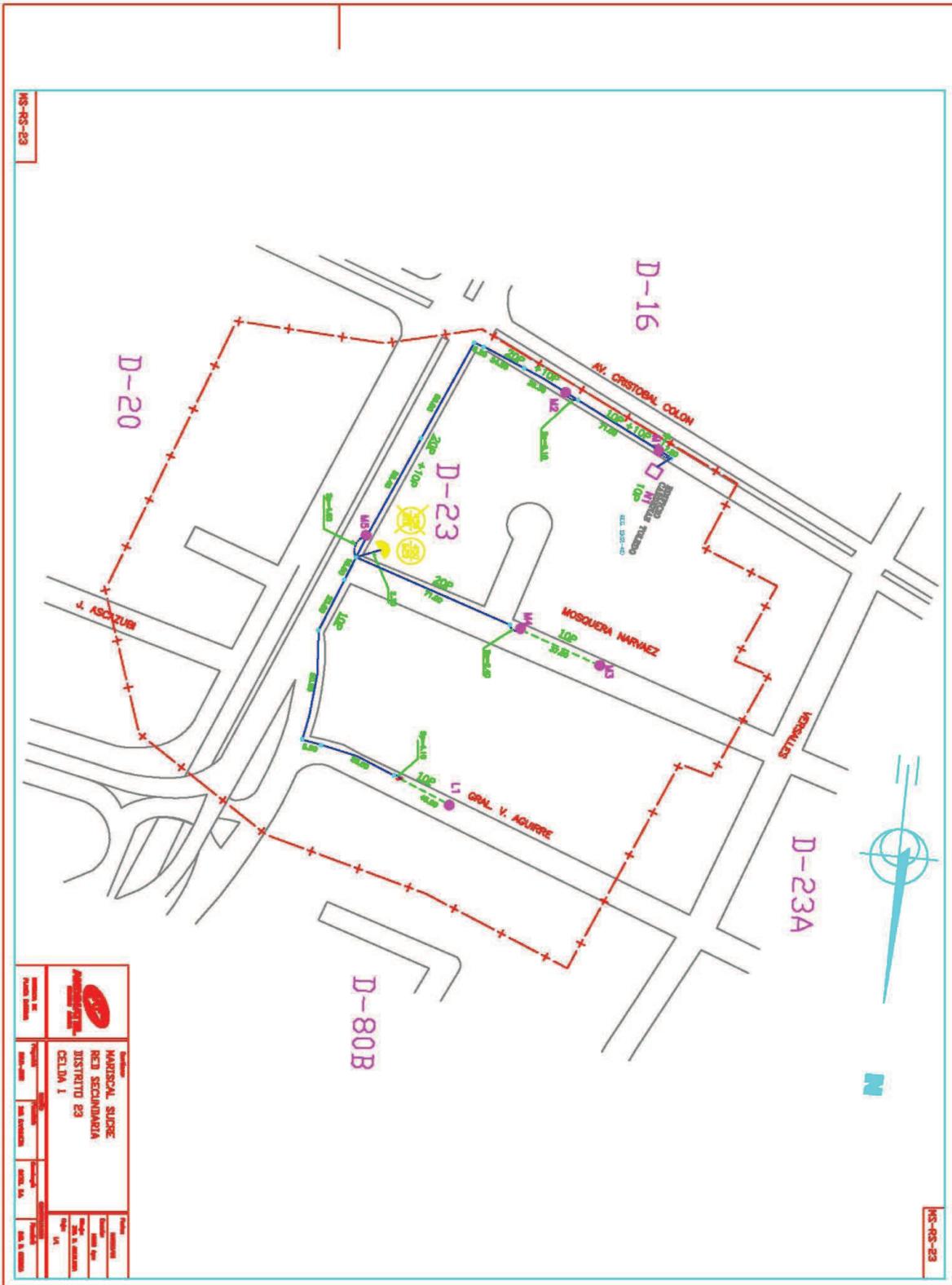


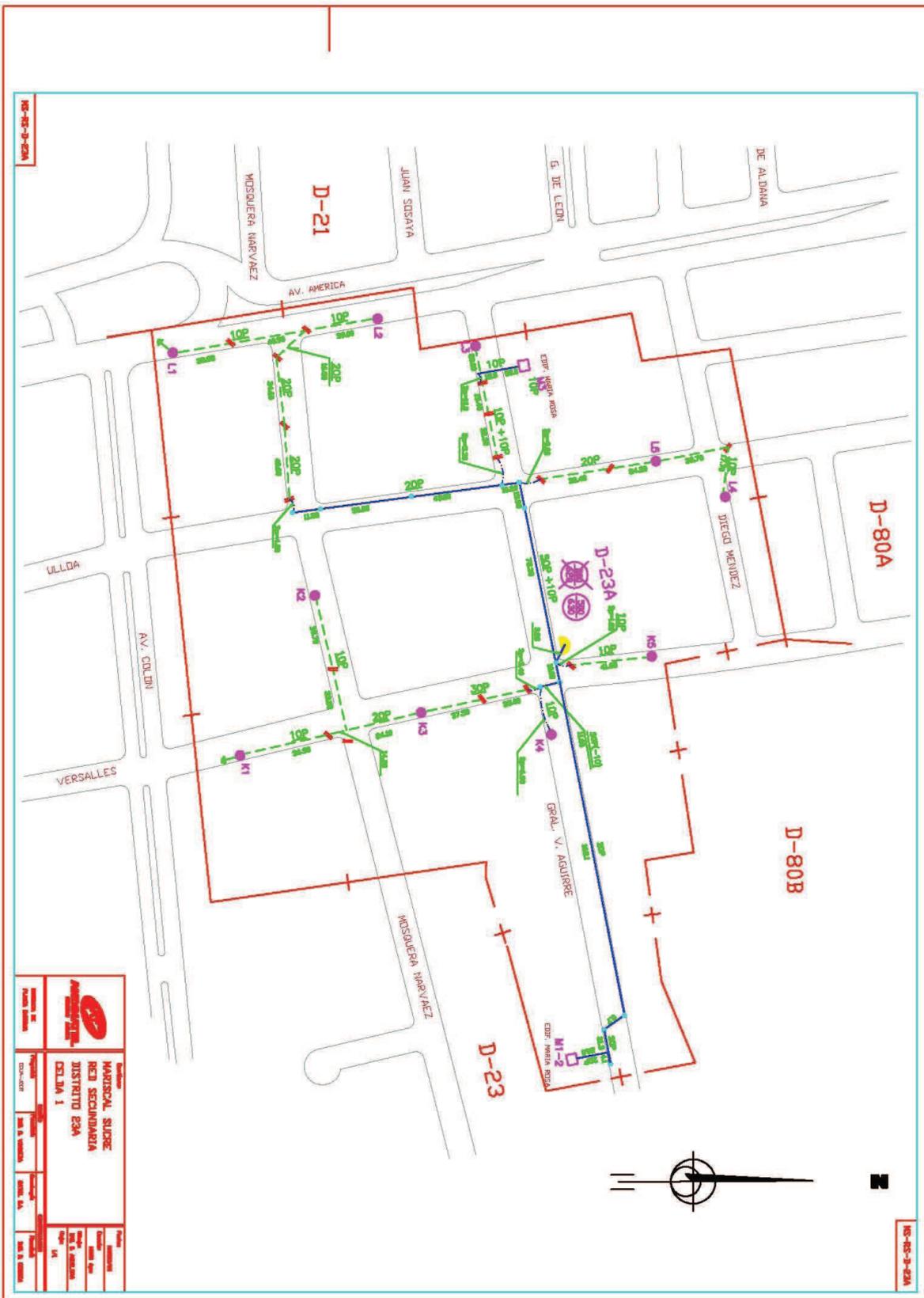
Figura 2-6. Regletas de red secundaria

A continuación se presentan los planos de red secundaria del sector Las Casas el ANEXO F muestra la simbología empleada.



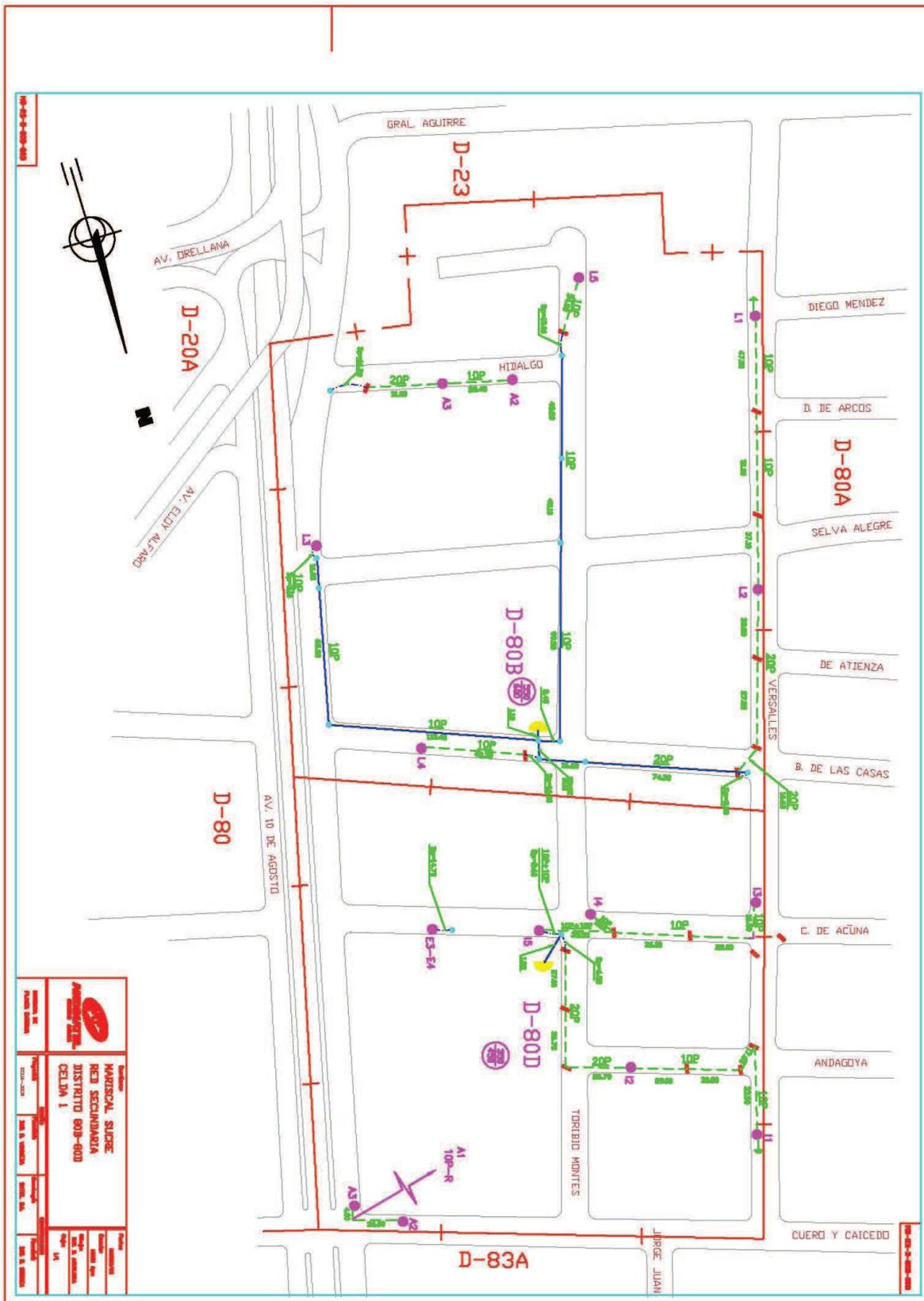
CENTRAL NARCOSOL, SUCRE	
RED SECUNDARIA	
3-ELP-21A	
CELDA 1	
Proyecto	10-10-10-21-21A
Fecha	10/10/2010
Escala	1:1000
Autores	...
Revisores	...
Aprobados	...



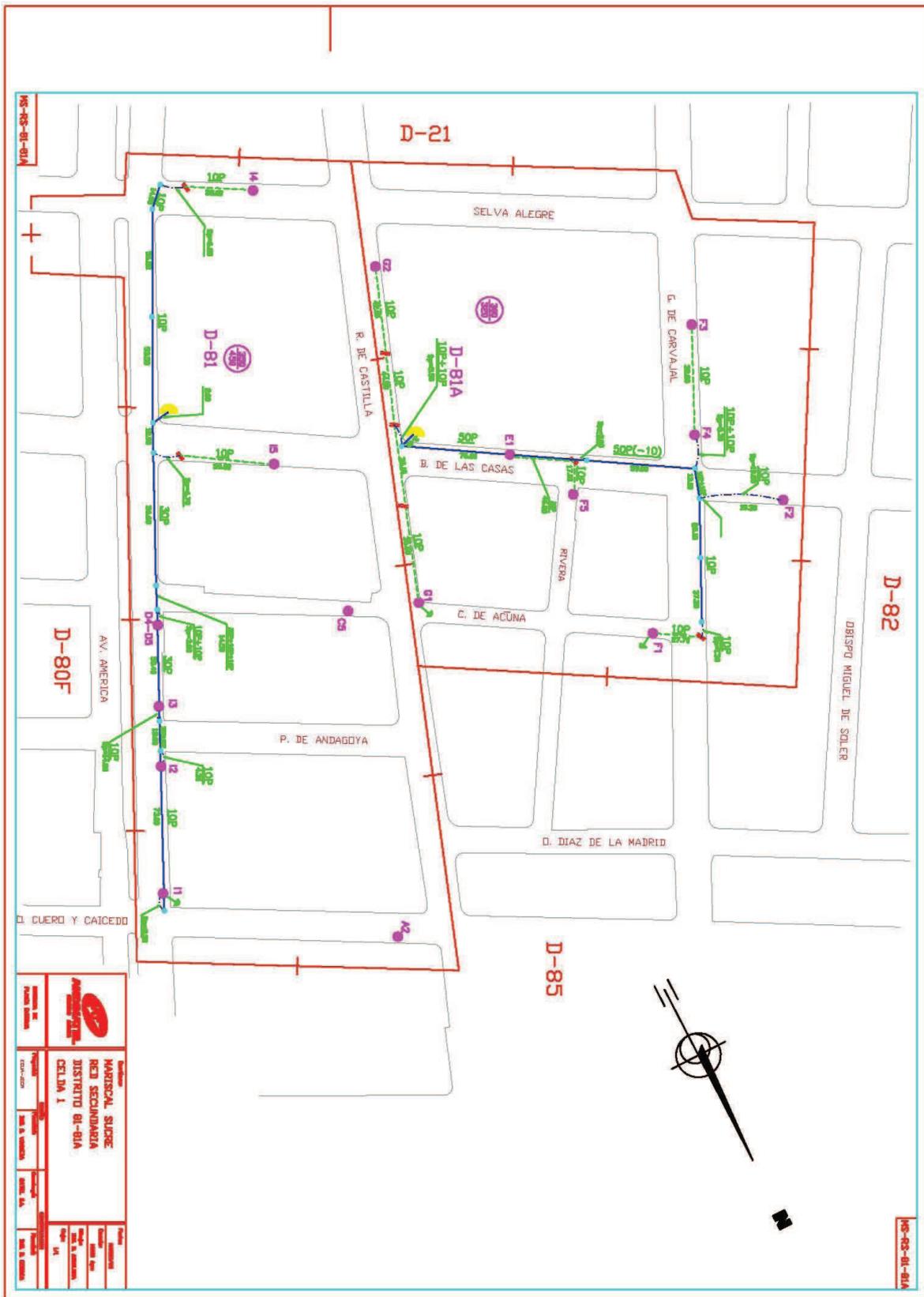


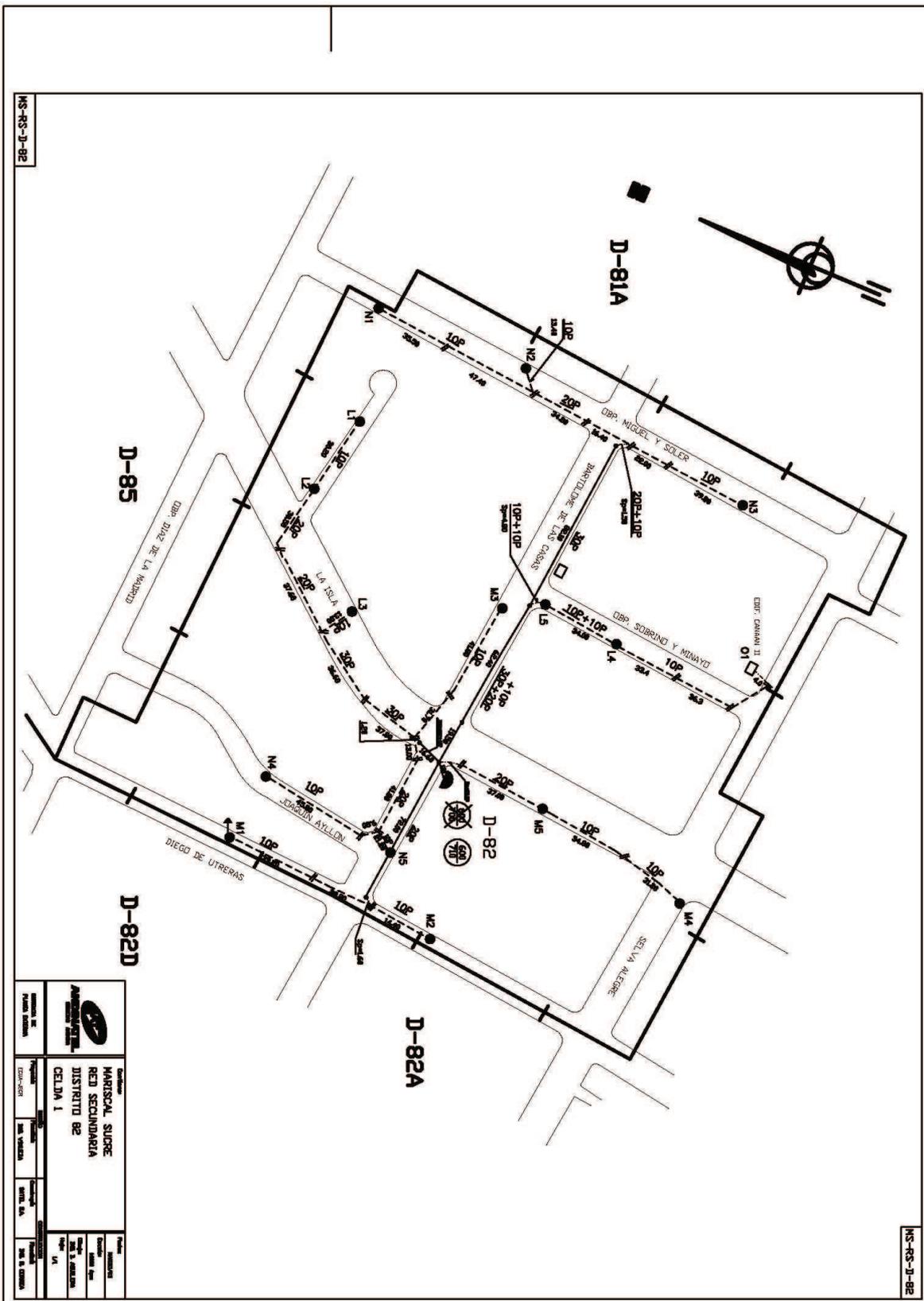
		<b>PROYECTO</b> MARISCAL SUÑEZ RED SECUNDARIA DISTRITO E34 CELDA 1	
Autor: [ ] Fecha: [ ]	Escala: [ ] Fecha: [ ]	Autor: [ ] Fecha: [ ]	Escala: [ ] Fecha: [ ]

MS-E34-3-02A









		<b>MANISCAL SURBE</b> REDE SECUNDARIA DISTRITO 82 CELDA 1	
Proyecto No. 0201-082	Fecha de Emisión 08/05/2010	Escala 1:1000	Hoja No. 11
Autorizado por: _____ Ing. J. J. J.		Revisado por: _____ Ing. J. J. J.	

### 2.1.3 PARÁMETROS PRIMARIOS DE LA RED DE COBRE

Como se ha descrito, la red primaria está construida con cable telefónico multipar de 1800 pares denominada ruta que sale desde el Nodo Las Casas. Esta Ruta consiste en conductores aislados de cobre en una sola chaqueta de protección, para reconocer cada uno de los pares existe un código de colores que identifica grupos de 25 pares. El paso de trenzado en esta operación de cableado es controlado cuidadosamente, a fin de reducir la diafonía entre circuitos.

Los tamaños más comunes de conductor de cobre son: 0.4, 0.6, 0.8, 0.9 mm, aunque a menudo encontramos tamaños como: 0.41, 0.51, 0.64, 0.91. Los parámetros típicos para cables descargados, se ilustran en la Tabla 2-1.

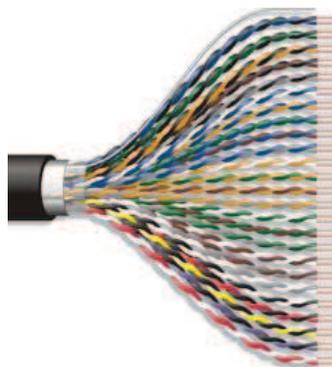


Figura 2-7. Cable telefónico multipar.<sup>[91]</sup>

Conductor	Diámetro	Capacidad en nF/Km	Resistencia de Bucle en OHM/Km	Atenuación en dB/Km
Cobre	0.4	45	280	1.55
Cobre	0.6	50	130	1.11
Cobre	0.6	55	130	1.16
Cobre	0.6	120	130	1.72
Cobre	0.8	38.5	72	0.73
Cobre	0.9	55	56.6	0.77
Cobre	0.9	120	56.6	1.14

Tabla 2-1. Parámetros de Cable.<sup>[92]</sup>

Todos estos condicionantes físicos, ambientales y eléctricos entre el par de hilos además de las interferencias electromagnéticas de los bucles de usuario determinarán la velocidad máxima de transmisión sobre línea DSL.

<sup>91</sup> <http://cointel.com.sv/>

<sup>92</sup> PLANITU Course Documents “Breve descripción de sistemas de conmutación y transmisión”

## 2.2 ÁREA DE COBERTURA DEL NODO PARA EL SECTOR DE LAS CASAS

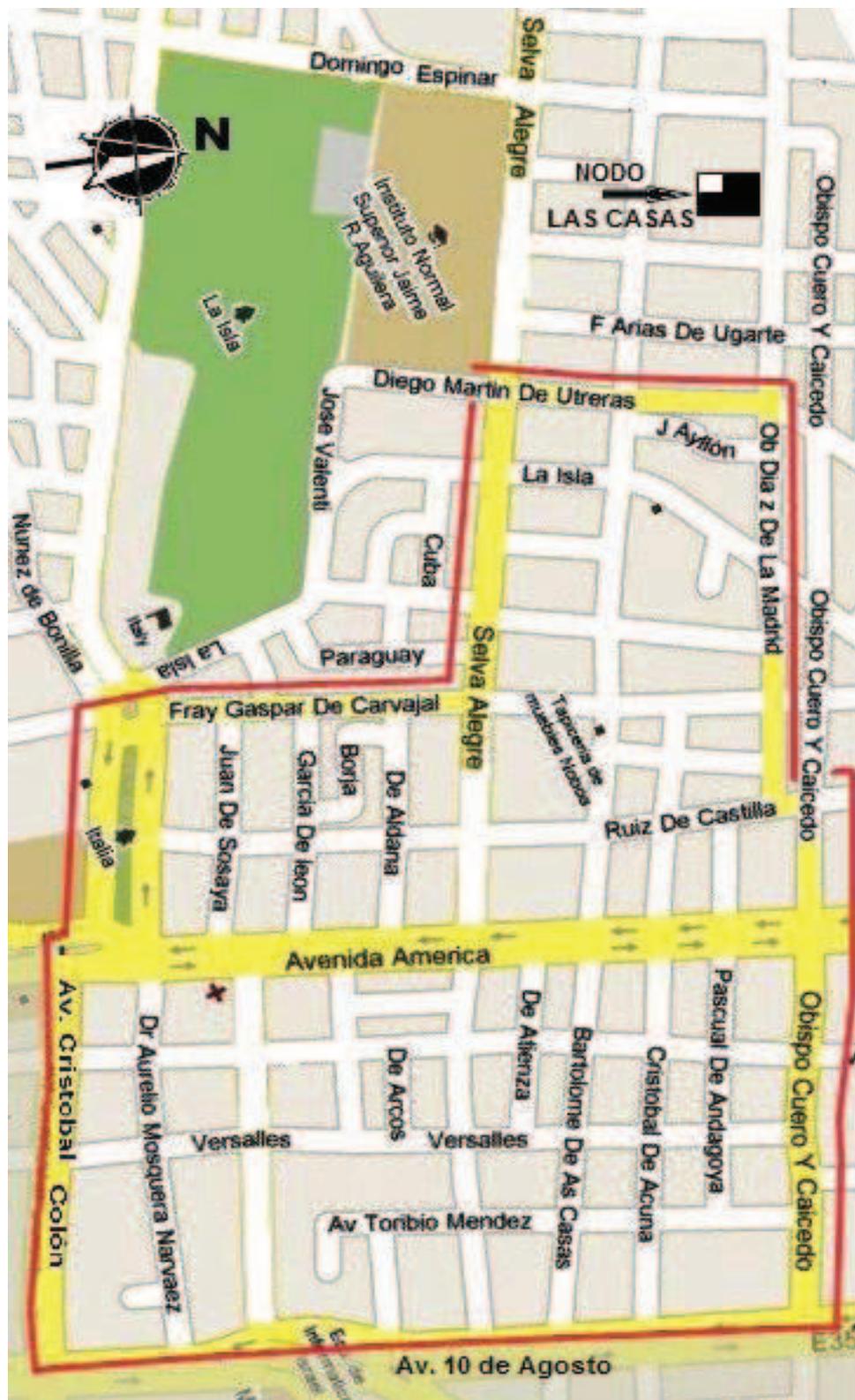


Figura 2-8. Área de cobertura del Nodo Las Casas.

## 2.3 PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN DE LA RED TELEFÓNICA

La planta externa desplegada en la ciudad de Quito utiliza hilos de cobre de un diámetro igual a 0.4mm (26 AWG), y a continuación se presenta algunos parámetros de caracterización de la red telefónica que atiende al sector de Las Casas desplegada desde el “Nodo Las Casas”, parámetros que permitirá determinar el estado actual de la red de acceso, para esto se ha realizado un muestreo en las regletas de red primaria de los 11 distritos que atienden al sector Las Casas con los siguientes parámetros: mediciones eléctricas de voltaje, resistencia, resistencia del bucle de abonado, atenuación, relación señal a ruido, y distancias. El ANEXO A muestra el equipo y método de medición empleados, así también valores nominales (óptimos) con los que debería contar la red. Además, puesto que el sector de Las Casas es atendido por la red de planta externa desplegada desde la Central telefónica de Mariscal Sucre y desde el Nodo Las Casas, los parámetros de caracterización de la red telefónica desplegada desde la Central telefónica de Mariscal Sucre se muestran en el ANEXO B.

### 2.3.1 DISTRITO # 21

NODO LAS CASAS

Distancia: 1089 m

Distancia max caja de dispersion: 465 m

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]	HILOS	VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]	
117	1	300	-2,1	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	21	300	-2,1	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	25	300	-2,1	-90	AB	1,7	805	
					AT	0	999	
					BT	0	999	

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]	RESISTENCIA			
					HILOS	VOLTAJE DC [V]	R [MΩ]	
118	12	300	-2,1	-90	AB	1	999	
					AT	0	999	
					BT	1	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	14	300	-2,1	-90	AB	2,3	999	
					AT	0	999	
					BT	1,7	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	31	300	-2,1	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	

### 2.3.2 DISTRITO # 21A

NODO LAS CASAS

Distancia: 1025 m

Distancia max caja de dispersion: 245 m

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]	RESISTENCIA			
					HILOS	VOLTAJE DC [V]	R [MΩ]	
119	6	280	-2	-90	AB	1	680	
					AT	0	254	
					BT	0	420	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	8	281	-2	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	27	279	-2	-90	AB	0	310	
					AT	0	443	
					BT	0	575	

### 2.3.3 DISTRITO # 23

NODO LAS CASAS

Distancia: 1600 m

Distancia max caja de dispersion: 270 m

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]	VOLTAJE		RESISTENCIA R [MΩ]	
					HILOS	DC [V]		
111	14	434	-2,9	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	28	435	-2,9	-90	AB	1	851	
					AT	2	999	
					BT	1	230	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	37	437	-3	-90	AB	0	380	
					AT	0	335	
					BT	1	124	

### 2.3.4 DISTRITO # 23A

NODO LAS CASAS

Distancia: 1740 m

Distancia max caja de dispersion: 388 m

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]	VOLTAJE		RESISTENCIA R [MΩ]	
					HILOS	DC [V]		
109	1	474	-3,2	-90	AB	1,5	411	
					AT	0	681	
					BT	1	940	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	33	472	-3,2	-90	AB	0	855	
					AT	0	198	
					BT	0	1,11	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	38	473	-3,2	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]		VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]	
					HILOS			
110	15	473	-3,2	-90	AB	0	115	
					AT	0	187	
					BT	0	624	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	29	473	-3,2	-90	AB	0	880	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	37	473	-3,2	-90	AB	0	86	
					AT	0	17	
					BT	0	572	

### 2.3.5 DISTRITO # 80B

NODO LAS CASAS

Distancia: 1080 m

Distancia max caja de dispersion: 325 m

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]		VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]	
					HILOS			
112	10	296	-2,1	-90	AB	0	751	
					AT	0	999	
					BT	0	433	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	19	296	-2,1	-98	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	22	296	-2,1	-98	AB	0	862	
					AT	0	235	
					BT	0	650	

## 2.3.6 DISTRITO # 80D

NODO LAS CASAS

Distancia: 1390 m

Distancia max caja de dispersion: 210 m

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]	VOLTAJE		RESISTENCIA	
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]	
113	2	375	-2,6	-90	AB	0	554	
					AT	0	145	
					BT	0	886	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	10	375	-2,6	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	18	375	-2,6	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
43	377	-2,6	-90	AB	0	999		
				AT	0	999		
				BT	0	999		
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]	
114	1	377	-2,6	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	16	377	-2,6	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	25	376	-2,6	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
40	378	-2,6	-90	AB	0	999		
				AT	0	999		
				BT	0	999		

### 2.3.7 DISTRITO # 80E

NODO LAS CASAS

Distancia: 1030 m

Distancia max caja de dispersion: 324 m

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]	VOLTAJE		RESISTENCIA R [MΩ]	
					HILOS	DC [V]		
116	2	273	-2	-90	AB	0	895	
					AT	0	651	
					BT	0	878	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	10	270	270	-2	-90	AB	0	999
						AT	0	567
						BT	0	999
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	19	270	270	-1,9	-90	AB	0	999
						AT	0	999
						BT	0	999

### 2.3.8 DISTRITO # 80F

NODO LAS CASAS

Distancia: 1003 m

Distancia max caja de dispersion: 327 m

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]	VOLTAJE		RESISTENCIA R [MΩ]	
					HILOS	DC [V]		
115	3	268	-1,9	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	21	268	268	-1,9	-90	AB	0	999
						AT	0	999
						BT	0	999
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	25	268	268	-1,9	-90	AB	0	655
						AT	5	248
						BT	3	814

### 2.3.9 DISTRITO # 81

NODO LAS CASAS

Distancia: 730 m

Distancia max caja de dispersion: 260 m

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]	VOLTAJE		RESISTENCIA R [MΩ]	
					HILOS	DC [V]		
120	7	197	-1,4	-90	AB	0	999	
					AT	0	365	
					BT	0	862	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	17	197	-1,4	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	25	197	-1,4	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	

### 2.3.10 DISTRITO # 81A

NODO LAS CASAS

Distancia: 630 m

Distancia max caja de dispersion: 300 m

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]	VOLTAJE		RESISTENCIA R [MΩ]	
					HILOS	DC [V]		
121	3	166	-1,2	-90	AB	0,8	93,3	
					AT	1,9	15,4	
					BT	0	89	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	15	165	-1,2	-90	AB	1	354	
					AT	0	86	
					BT	0	314	
						HILOS	DC [V]	R [kΩ]
	34	165	-1,2	-90	AB	0	684	
					AT	0	527	
					BT	0	615	

## 2.3.11 DISTRITO # 82

NODO LAS CASAS

Distancia: 228 m

Distancia max caja de dispersion: 300 m

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]	RESISTENCIA			
					HILOS	VOLTAJE DC [V]	R [MΩ]	
125	10	62	-0,5	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	15	63		-0,5	-90	AB	0	999
						AT	0	999
						BT	0	999
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	25	63		-0,5	-90	AB	0	999
						AT	0	999
						BT	0	999
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
39	63		-0,5	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]	
126	3	63	-0,5	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	14	62		-0,5	-90	AB	0	691
						AT	0	528
						BT	0	999
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	35	62		-0,5	-90	AB	0	999
						AT	0	999
						BT	0	999
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
43	63		-0,5	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	

## 2.4 PRUEBAS DE TRANSMISION EN LÍNEAS CON MODEM DSL

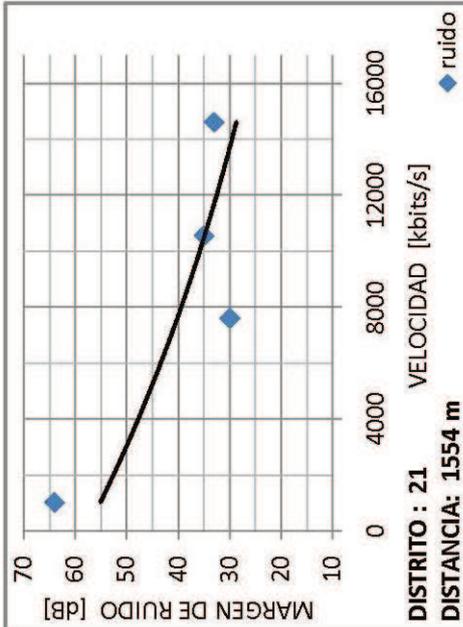
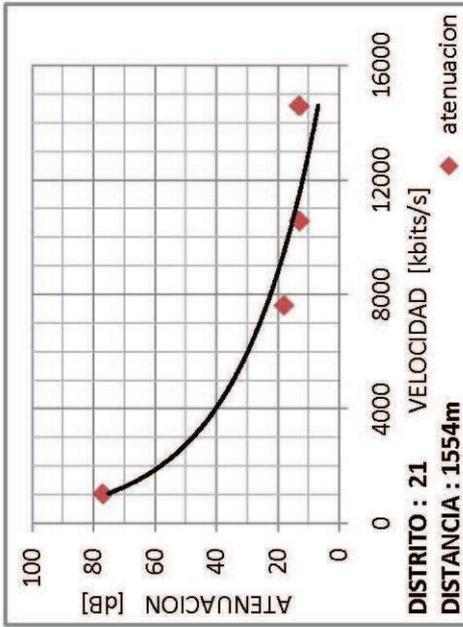
Los resultados de las pruebas de transmisión en líneas que cuentan con módems DSL que se presentan a continuación, muestran parámetros como: atenuación, relación señal a ruido, máxima velocidad de alcanzable y entre otros. En el ANEXO C se muestra el método de medición empleado, y en el ANEXO D información más detallada de los resultados obtenidos en estas pruebas DSL.

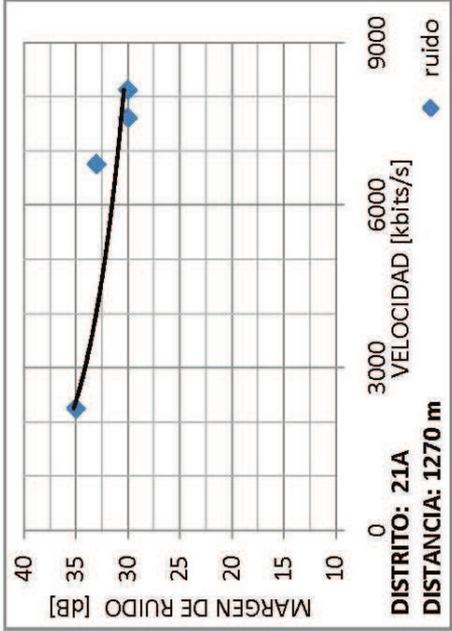
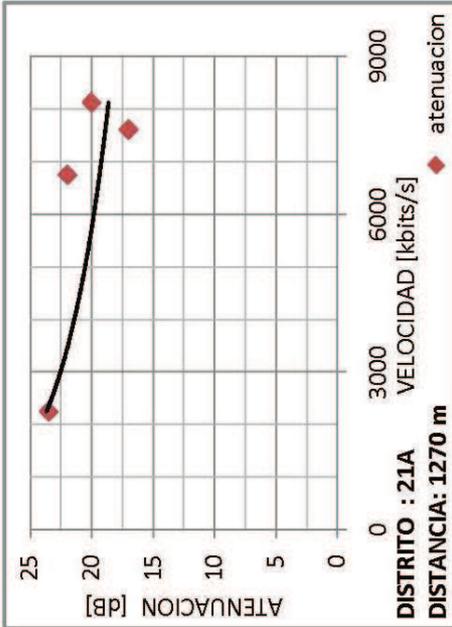
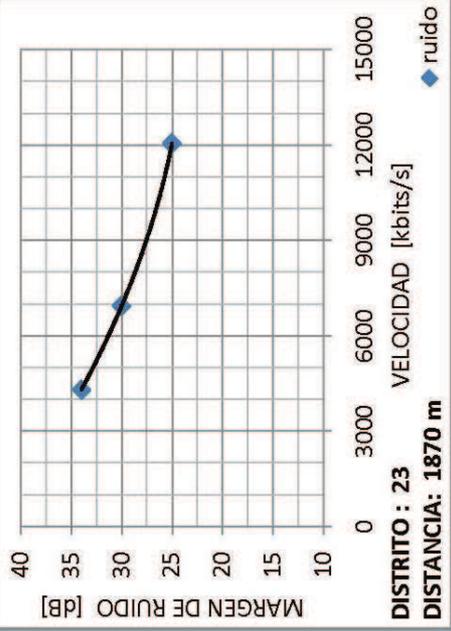
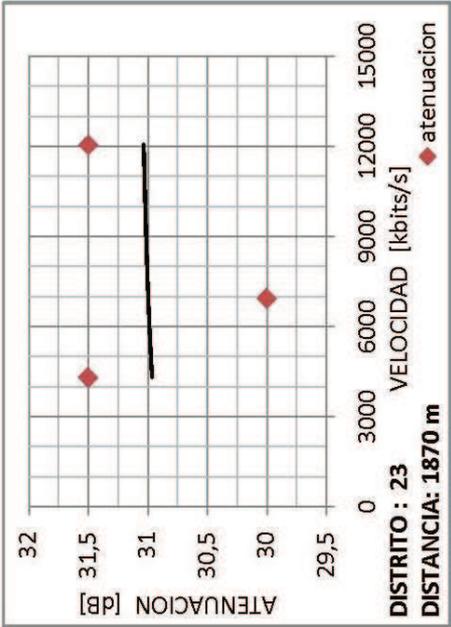
Central	Distribuidor primario	Armario	Liston	Par Liston	Estado de la Línea		Estado del Canal
					Noise Margin [dB]	Attenuation [dB]	Max Bit Rate [kbits/s]
					Down	Down	Down
174	189	21	117	25	30	18	7616
174	189	21	117	1	33	13	14608
174	189	21	117	6	35	13	10572
174	189	21	118	14	64	77	1024
174	189	21A	119	5	30	17	7612
174	189	21A	119	7	30	20	8128
174	189	21A	119	8	30	17	7616
174	189	21A	119	27	33	22	6752
174	189	23	111	41	30	30	6944
174	189	23	111	28	34	31,5	4308
174	189	23	111	20	25	31,5	12052
174	189	23A	109	39	29	30	7552
174	189	23A	109	5	31	34	5504
174	189	23A	109	1	31	34	6208
174	189	23A	109	17	25,5	30,5	8767
174	189	23A	110	14	20	31	3360
174	189	23A	110	36	30,8	33	5568
174	189	23A	110	47	33	31	8096
174	189	23A	110	6	36	22	7404
174	189	80B	112	12	31	18	7616
174	189	80B	112	22	25	12	3840
174	189	80B	112	17	36	12	13836
174	189	80B	112	19	27	12	12104
174	189	80D	113	43	24	25,5	15948
174	189	80D	113	2	37	19	9464
174	189	80D	114	1	19	43	3360
174	189	80D	114	7	27	15	9292

174	189	80E	116	40	31	18	7616
174	189	80E	116	28	31	34	7520
174	189	80E	116	1	33,5	22	7776
174	189	80E	116	19	35,5	12	12444
174	189	80F	115	30	12	29	7520
174	189	80F	115	25	32,5	20	9900
174	189	80F	115	14	21,5	14	10988
174	189	80F	115	21	28	16	14448
174	189	81	120	29	31	39	6976
174	189	81	120	7	31	17	7616
174	189	81	120	1	26	17	14012
174	189	81	120	44	38	27	15672
174	189	81A	121	16	31	21	7616
174	189	81A	121	20	14	23	3328
174	189	81A	121	34	30	4	12992
174	189	82	125	5	29	8	7616
174	189	82	125	25	34	5	20156
174	189	82	126	3	38	8	18528
174	189	82	126	4	16	44	4824

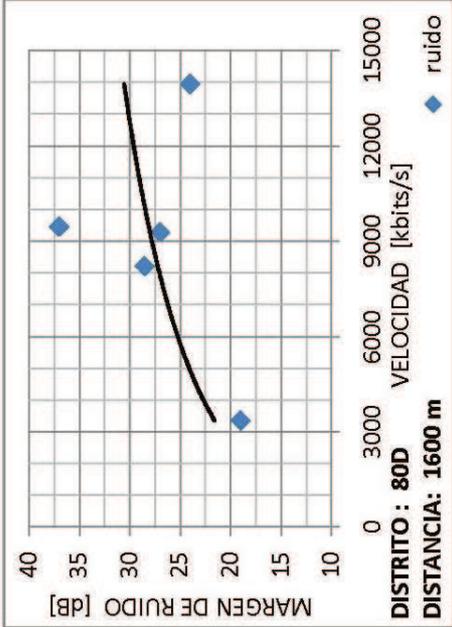
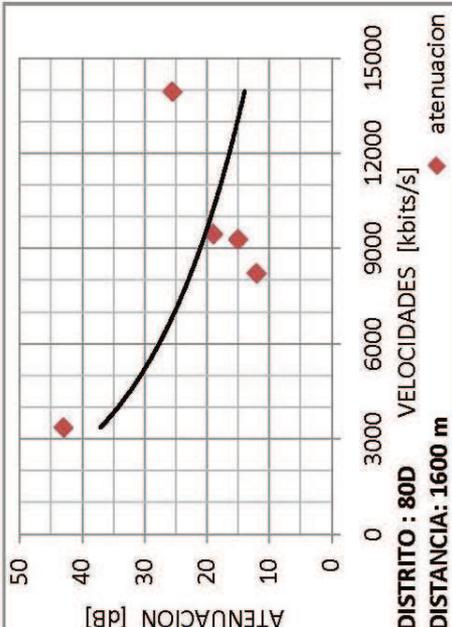
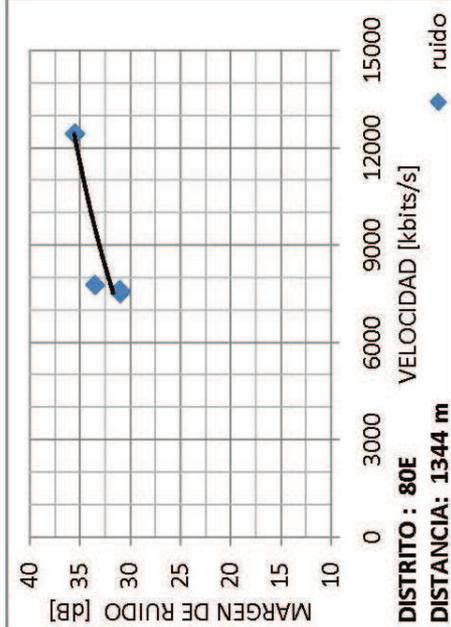
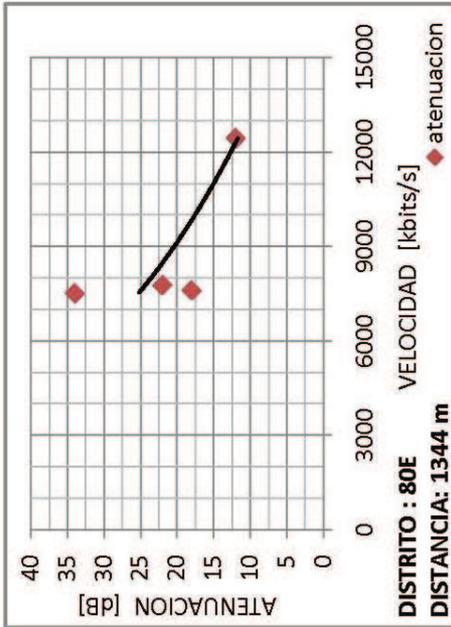
### 2.4.1 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS PARÁMETROS DE PLANTA EXTERNA

Las siguientes gráficas corresponden a los datos obtenidos en las pruebas de transmisión de las líneas que cuentan con el servicio de Internet banda ancha, aquí se muestran los niveles de margen de ruido y atenuación en función de la velocidad de transmisión. Además, puestos que se observa que la frecuencia de cambio de los datos aumenta o disminuye rápidamente y al final los niveles de señal a ruido y atenuación se estabilizan, en cada gráfico se ha agregado una línea de tendencia con el mejor ajuste posible que para estos casos resulta el más adecuado con la finalidad de determinar, de qué manera pueden afectar estos niveles en la velocidad de transmisión de la línea.

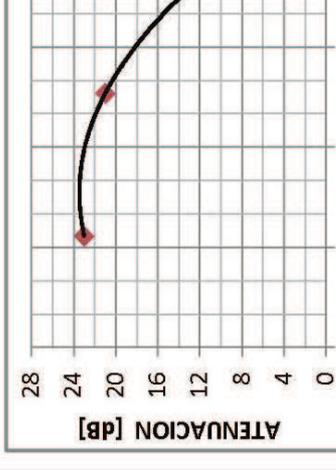
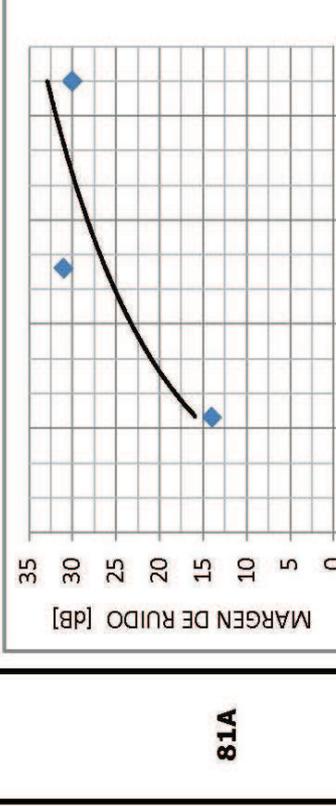
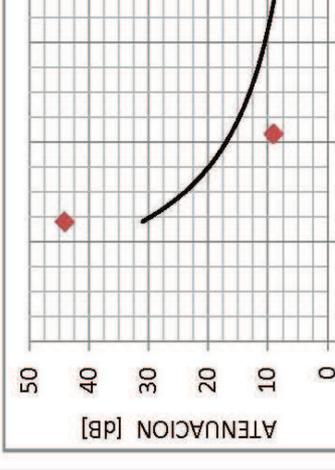
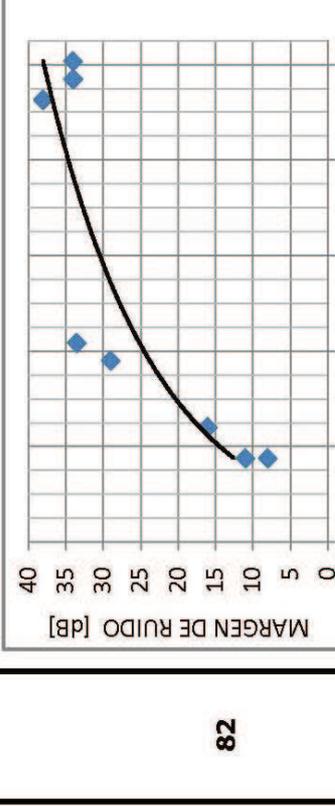
<p><b>ARMARIO</b></p>	<p>Resultados. Gráfica de la Velocidad de Tx en función del nivel del Margen de Ruido en la línea</p>	<p>Resultados. Gráfica de la Velocidad de Tx en función del nivel de Atenuación en la línea</p>
<p><b>21</b></p>	 <p><b>DISTRITO : 21</b> VELOCIDAD [kbps/s]</p> <p><b>DISTANCIA: 1554 m</b> ◆ ruido</p>	 <p><b>DISTRITO : 21</b> VELOCIDAD [kbps/s]</p> <p><b>DISTANCIA : 1554m</b> ◆ atenuación</p>

<p><b>ARMARIO</b></p>	<p>Resultados. Gráfica de la Velocidad de Tx en función del nivel del Margen de Ruido en la línea</p>	<p>Resultados. Gráfica de la Velocidad de Tx en función del nivel de Atenuación en la línea</p>
<p><b>21A</b></p>	 <p><b>DISTRITO : 21A</b> <b>DISTANCIA: 1270 m</b></p> <p>Legend: ◆ ruido</p>	 <p><b>DISTRITO : 21A</b> <b>DISTANCIA: 1270 m</b></p> <p>Legend: ◆ atenuación</p>
<p><b>23</b></p>	 <p><b>DISTRITO : 23</b> <b>DISTANCIA: 1870 m</b></p> <p>Legend: ◆ ruido</p>	 <p><b>DISTRITO : 23</b> <b>DISTANCIA: 1870 m</b></p> <p>Legend: ◆ atenuación</p>

ARMARIO	Resultados. Gráfica de la Velocidad de Tx en función del nivel del Margen de Ruido en la línea	Resultados. Gráfica de la Velocidad de Tx en función del nivel de Atenuación en la línea
<b>23A</b>	<p><b>DISTRITO : 23 A</b> <b>DISTANCIA: 2128 m</b></p> <p>◆ ruido</p>	<p><b>DISTRITO : 23 A</b> <b>DISTANCIA: 2128 m</b></p> <p>◆ atenuacion</p>
<b>80B</b>	<p><b>DISTRITO : 80B</b> <b>DISTANCIA: 1405 m</b></p> <p>◆ ruido</p>	<p><b>DISTRITO : 80B</b> <b>DISTANCIA: 1405 m</b></p> <p>◆ atenuacion</p>

<p><b>ARMARIO</b></p>	<p>Resultados. Gráfica de la Velocidad de Tx en función del nivel del Margen de Ruido en la línea</p>	<p>Resultados. Gráfica de la Velocidad de Tx en función del nivel de Atenuación en la línea</p>
<p><b>80D</b></p>	 <p><b>DISTRITO : 80D</b> <b>DISTANCIA: 1600 m</b></p> <p>Legend: <span style="color: blue;">◆</span> ruido</p>	 <p><b>DISTRITO : 80D</b> <b>DISTANCIA: 1600 m</b></p> <p>Legend: <span style="color: red;">◆</span> atenuacion</p>
<p><b>80E</b></p>	 <p><b>DISTRITO : 80E</b> <b>DISTANCIA: 1344 m</b></p> <p>Legend: <span style="color: blue;">◆</span> ruido</p>	 <p><b>DISTRITO : 80E</b> <b>DISTANCIA: 1344 m</b></p> <p>Legend: <span style="color: red;">◆</span> atenuacion</p>

ARMARIO	Resultados. Gráfica de la Velocidad de Tx en función del nivel del Margen de Ruido en la línea	Resultados. Gráfica de la Velocidad de Tx en función del nivel de Atenuación en la línea
<b>80F</b>	<p>Gráfica de la Velocidad de Tx en función del nivel del Margen de Ruido en la línea para el armario 80F. El eje Y representa el Margen de Ruido [dB] (10 a 35) y el eje X la Velocidad [kbits/s] (0 a 16000). Se muestran 6 puntos de datos (diamantes azules) y una línea de tendencia que indica una correlación débil.</p> <p><b>DISTRITO : 80F</b> <b>DISTANCIA: 1330 m</b></p> <p>Legend: <span style="color: blue;">◆</span> ruido</p>	<p>Gráfica de la Velocidad de Tx en función del nivel de Atenuación en la línea para el armario 80F. El eje Y representa la Atenuación [dB] (0 a 35) y el eje X la Velocidad [kbits/s] (0 a 16000). Se muestran 6 puntos de datos (diamantes rojos) y una línea de tendencia que indica una correlación positiva fuerte.</p> <p><b>DISTRITO : 80F</b> <b>DISTANCIA: 1330 m</b></p> <p>Legend: <span style="color: red;">◆</span> atenuacion</p>
<b>81</b>	<p>Gráfica de la Velocidad de Tx en función del nivel del Margen de Ruido en la línea para el armario 81. El eje Y representa el Margen de Ruido [dB] (10 a 40) y el eje X la Velocidad [kbits/s] (0 a 16000). Se muestran 6 puntos de datos (diamantes azules) y una línea de tendencia que indica una correlación negativa fuerte.</p> <p><b>DISTRITO : 81</b> <b>DISTANCIA: 990 m</b></p> <p>Legend: <span style="color: blue;">◆</span> ruido</p>	<p>Gráfica de la Velocidad de Tx en función del nivel de Atenuación en la línea para el armario 81. El eje Y representa la Atenuación [dB] (0 a 50) y el eje X la Velocidad [kbits/s] (0 a 16000). Se muestran 6 puntos de datos (diamantes rojos) y una línea de tendencia que indica una correlación débil.</p> <p><b>DISTRITO : 81</b> <b>DISTANCIA: 990 m</b></p> <p>Legend: <span style="color: red;">◆</span> atenuacion</p>

<p><b>ARMARIO</b></p>	<p>Resultados. Gráfica de la Velocidad de Tx en función del nivel del Margen de Ruido en la línea</p>	<p>Resultados. Gráfica de la Velocidad de Tx en función del nivel de Atenuación en la línea</p>
<p><b>81A</b></p>	 <p>DISTRITO : 81A DISTANCIA: 630 m</p>	 <p>DISTRITO : 81A DISTANCIA: 630 m</p>
<p><b>82</b></p>	 <p>DISTRITO : 82 DISTANCIA: 528 m</p>	 <p>DISTRITO : 82 DISTANCIA: 528 m</p>

## 2.5 ESTUDIO DEL EQUIPAMIENTO INSTALADO

### 2.5.1 IPDSLAM DE ACCESO

El Gestor Inteligente de Servicios de Acceso 7302 ISAM (Intelligent Services Access Manager) de Alcatel-Lucent es un equipo de acceso IP para todo servicio, diseñado para enviar a los suscriptores una experiencia superior en triple-play, video bajo demanda (VoD) , HDTV y servicios de radiodifusión de televisión para todos los suscriptores al mismo tiempo.



Figura 2-9. ISAM 7302

Es un nodo de acceso IP de alta densidad capaz de proveer servicios de banda ancha de muy alta velocidad sobre cobre con interfaces xDSL que van desde el ADSL2+ hasta los últimos VDSL2/Multi-DSL y fibra (Ethernet Activa). Ofrece el soporte de múltiples servicios, incluyendo una excelente calidad de video, servicios de voz, servicios de negocios y backhauling para móviles. CNT puede ofrecer cualquier servicio desde cualquier puerto del equipo y combinar múltiples aplicaciones de tiempo real en la red con una calidad de servicio garantizada.

### 2.5.2 MÓDEM

EchoLife HG520c es un Gateway residencial de la serie HG diseñado para la familia. Proporciona una alta velocidad ADSL2+ para el acceso externo WAN de banda ancha. También proporciona interfaces WLAN, y Ethernet para la conexión interna con los diferentes terminales de servicios tales como PC, STB, teléfono de video, u otro terminal, los usuarios pueden disfrutar de datos, voz y una gama de otros servicios.



Figura 2-10. EchoLife HG520c

### 2.5.3 SET TOP BOX



Figura 2-11. Set-top Box 7203

El S-Box 7203 es un dispositivo electrónico que funcionando dentro de redes IP de banda ancha, utiliza como display terminal un televisor y provee servicios de flujo de video. El S-Box 7203 cuenta con una variedad de puertos externos. Puede codificar flujos de H.264. El sistema operativo embebido de tiempo real brinda la posibilidad de configuración a distancia, monitoreo, y funciones de actualización a distancia, que garantizan el buen funcionamiento y estabilidad del producto. (Las características y especificaciones de los equipos se detallan en el ANEXO E).

## 2.6 CONFIGURACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DE LOS EQUIPOS



Figura 2-12. Diagrama de la red de acceso para IPTV

En el IP DSLAM deben habilitarse las opciones y configuraciones necesarias para poder establecer la comunicación con el módem, contar con el establecimiento de PCV (circuito virtual permanente), VPI (identificador de ruta virtual) y VCI (identificador de canal virtual) diferenciado para cada tipo de servicio como el de Internet e IPTV es fundamental en este equipo.

Desde el lado propiamente del abonado aparece el primer dispositivo, el módem. Para acceder a configurar el módem se debe ingresar en la barra de direcciones del navegador web, la dirección IP del módem: 192.168.1.1, y seguidamente aparecerá una ventana solicitando el USUARIO y CONTRASEÑA, tal como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 2-13.** Ventana de acceso al módem

Al ingresar el nombre y contraseña correctos, se observará el interfaz de configuración web tal como se muestra en la Figura 2-14. El interfaz gráfico que aparece es el medio que la plataforma del módem EchoLife HG520c ofrece, y a través de este medio poder configurar los parámetros de Internet e IPTV.

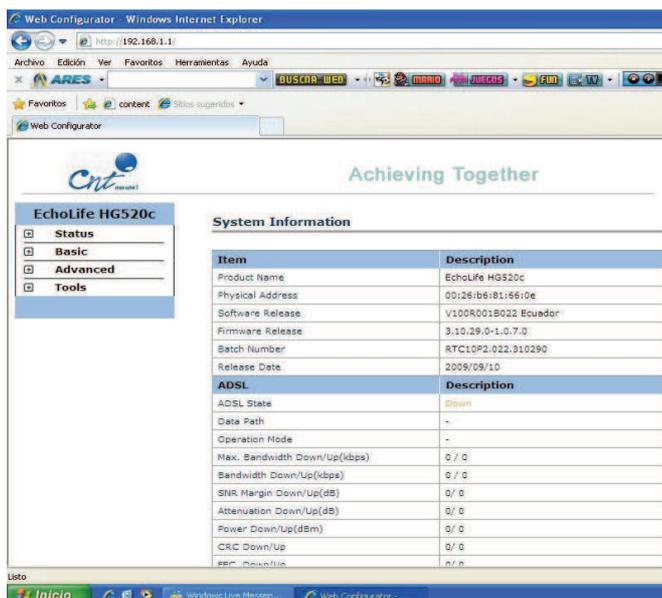


Figura 2-14. Configuración Web del módem

En el menú BASIC, seleccionar el submenú WAN SETTING dándole un clic, y se desplegará una ventana como la que se muestra en la Figura 2-15.



Figura 2-15. Configuración WAN

En este submenú WAN SETTING se debe configurar el servicio de:

INTERNET, en el PVC 1; VPI 0; VCI 35

IPTV, en el PVC 5; VPI 0; VCI 39

Los datos restantes se han de mantener con los valores por default.

En el menú Basic, seleccionar el submenú DHCP. Aquí deshabilitar los puertos Ethernet 3 y 4 (véase la Figura 2-16), por default todos los puertos se encuentran habilitados.

**EchoLife HG520c**

- Status
- Basic
  - ADSL Mode
  - WAN Setting
  - LAN Setting
  - DHCP
  - NAT
  - IP Route
  - Wireless Lan
  - ATM Traffic
- Advanced
- Tools

**DHCP Settings**

DHCP: Server

Client IP Pool Starting Address: 192.168.1.2

Size of Client IP Pool: 5

Primary DNS Server: 0.0.0.0

Secondary DNS Server: 0.0.0.0

Remote DHCP Server: N/A

DHCP Lease Time: 1 Days 0 Hour 0 Min

WAN Primary DNS Server: 0.0.0.0

WAN Secondary DNS Server: 0.0.0.0

Ethernet: Port #  1  2  3  4

WLAN: SSID #  1

**DHCP Table**

Host Name	IP Address	MAC Address
OPEMAR2PCDZ05	192.168.1.2	00:1B:38:7F:92:73
your-5a66f93f18	192.168.1.3	00:26:5E:18:77:4A

Submit

Figura 2-16. Configuración DHCP

En el menú ADVANCED, seleccionar el submenú PORT MAPPING dándole un clic, tal como se muestra en la Figura 2-17.

**EchoLife HG520c**

- Status
- Basic
- Advanced
  - RIP
  - Security
  - Firewall
  - Filter
  - QoS
  - Port Mapping
  - TimeZone
  - ACL
  - TR069
  - UPnP
  - DDNS
- Tools

Figura 2-17. Ventana menú advanced

En la ventana del submenú PORT MAPPING se asignarán los puertos Ethernet del módem para el servicio de Internet e IPTV tal como se ve en la Tabla 2-2.

SERVICIO	INTERNET (ver Figura 2-18.)	IPTV (ver Figura 2-19.)
Port Mapping	yes	yes
Group Index	1	2
VLAN ID	2	3
ATM VCs	Port # 1	Port # 5
Ethernet	Port # 1 y 2	Port # 4 y 5
Wireless LAN	Habilitado	Deshabilitado

**Tabla 2-2.** Configuración Port Mapping

The screenshot shows the 'Port Mapping Group Setting' interface for Internet configuration. It includes the following fields and settings:

- Port Mapping Active:** Yes (selected), No
- Group Index:** 1
- VLAN ID:** 2 (decimal, 2~14)
- ATM VCs:** Tagged (all unchecked), Port # 1 (checked), Port # 2 (checked), Port # 3 (unchecked), Port # 4 (unchecked), Port # 5 (unchecked), Port # 6 (unchecked), Port # 7 (unchecked)
- Ethernet:** Port # 1 (checked), Port # 2 (checked), Port # 3 (unchecked), Port # 4 (unchecked)
- Wireless LAN:** WLAN= (checked), 1

**Figura 2-18.** Configuración Port Mapping para Internet

The screenshot shows the 'Port Mapping Group Setting' interface for IPTV configuration. It includes the following fields and settings:

- Port Mapping Active:** Yes (selected), No
- Group Index:** 2
- VLAN ID:** 3 (decimal, 2~14)
- ATM VCs:** Tagged (all unchecked), Port # 5 (checked), Port # 6 (checked), Port # 7 (unchecked)
- Ethernet:** Port # 3 (checked), Port # 4 (checked), Port # 1 (unchecked), Port # 2 (unchecked)
- Wireless LAN:** WLAN= (unchecked), 1

**Figura 2-19.** Configuración Port Mapping para IPTV

El resumen de las configuraciones aplicadas en el submenú Port Mapping se observa al final de la ventana (ver Figura 2-20).

Port Mapping Group Summary				
Grp	Active	ID	Group Ports	VLAN Tagged PVCs
1	Yes	2	e2,e1,w1,p1	
2	Yes	3	e4,e3,p5	
p:pvc, e:ethernet, w:wlan				
<input type="button" value="Submit"/> <input type="button" value="Delete"/>				

**Figura 2-20.** Resumen configuración Port Mapping

Ahora, es el momento de chequear el Set top Box. Básicamente este dispositivo no necesita ser configurado en sí, puesto que el dispositivo lo que hace al momento de iniciar es adquirir una dirección IP para engancharse con la Plataforma IPTV. Eso sí, el Set top Box cuenta con una ranura lectora de una tarjeta llamada SMARD CARD (ver Figura 2-21).



**Figura 2-21.** SMARD CARD

En esta tarjeta se carga la información del usuario, configuraciones que caracterizan al tipo de servicio adquirido, restricciones, configuraciones de seguridad de acceso al servicio.

Realizado todo lo ya descrito, conexiones y configuraciones, entonces se puede comenzar a probar los servicios de Internet e IPTV.

---

# *Capítulo 3*

**PLAN DE OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE ACCESO**

### 3.1 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE PLANTA EXTERNA

El muestreo de los distritos del sector de Las Casas junto a las pruebas de transmisión en líneas con módems DSL conforman un informe en el que se muestra parámetros de voltaje entre líneas, resistencia entre líneas, bucle de abonado, parámetros de atenuación y margen de ruido, máxima velocidad de enganche del modem DSL y distancias entre los abonados y la central telefónica o nodo de acceso, todo esto, ha proporcionado la información necesaria para determinar el estado actual de la red de acceso.

En base a esta información, se ha realizado un análisis minucioso de los datos obtenidos, y en la Tabla 3-1 se presenta los resultados. La representación gráfica de esta tabla se muestra en la Figura 3-1, Figura 3-2 y Figura 3-3. Para este análisis se ha tomado en consideración los siguientes parámetros: velocidad de transmisión, atenuación, margen de ruido (SNR), distancia. Además se describe a continuación el procedimiento empleado para la evaluación y análisis de los datos.

1. Con un punto fijo de velocidad de transmisión establecido para todas las gráficas, determinar el nivel de atenuación y establecer un nivel promedio para ese rango de velocidad. Los rangos de velocidad  $q$  se han tomado se muestran en la Tabla 3-1.
2. Determinar el nivel de margen de ruido y establecer un nivel promedio para los rangos de velocidad establecidos en el punto anterior.
3. En cada gráfica se muestra la distancia entre el abonado y el nodo de acceso, determinar la velocidad máxima de transmisión en cada gráfica y con todo esto, establecer el rango de velocidad máximo en función de la distancia.

VELOCIDAD [Kbits/s]	ATENUACIÓN [dB]	MARGEN DE RUIDO [dB]	DISTANCIA [m]
20150	8	35	528
16000	10	35	990
15000	11	34	1300
13000	25	31	1600
12000	31	29	2000
9000	35	28	2500
6000	40	27	
3000	44	27	
1000	77	25	

**Tabla 3-1.** Parámetros de atenuación, margen de ruido y distancia en función de la velocidad

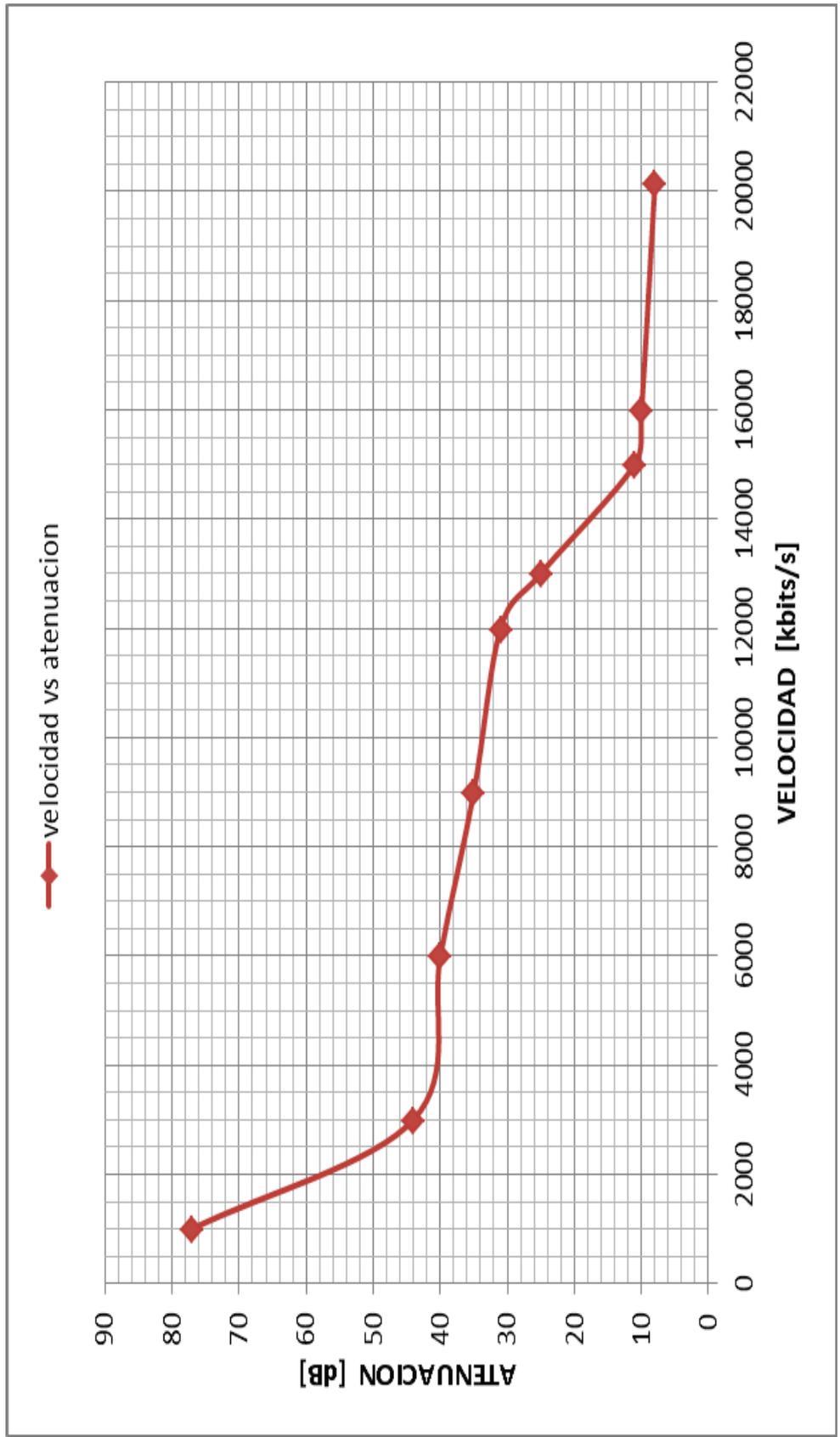


Figura 3-1. Gráfica de la velocidad de transmisión en función de la atenuación.

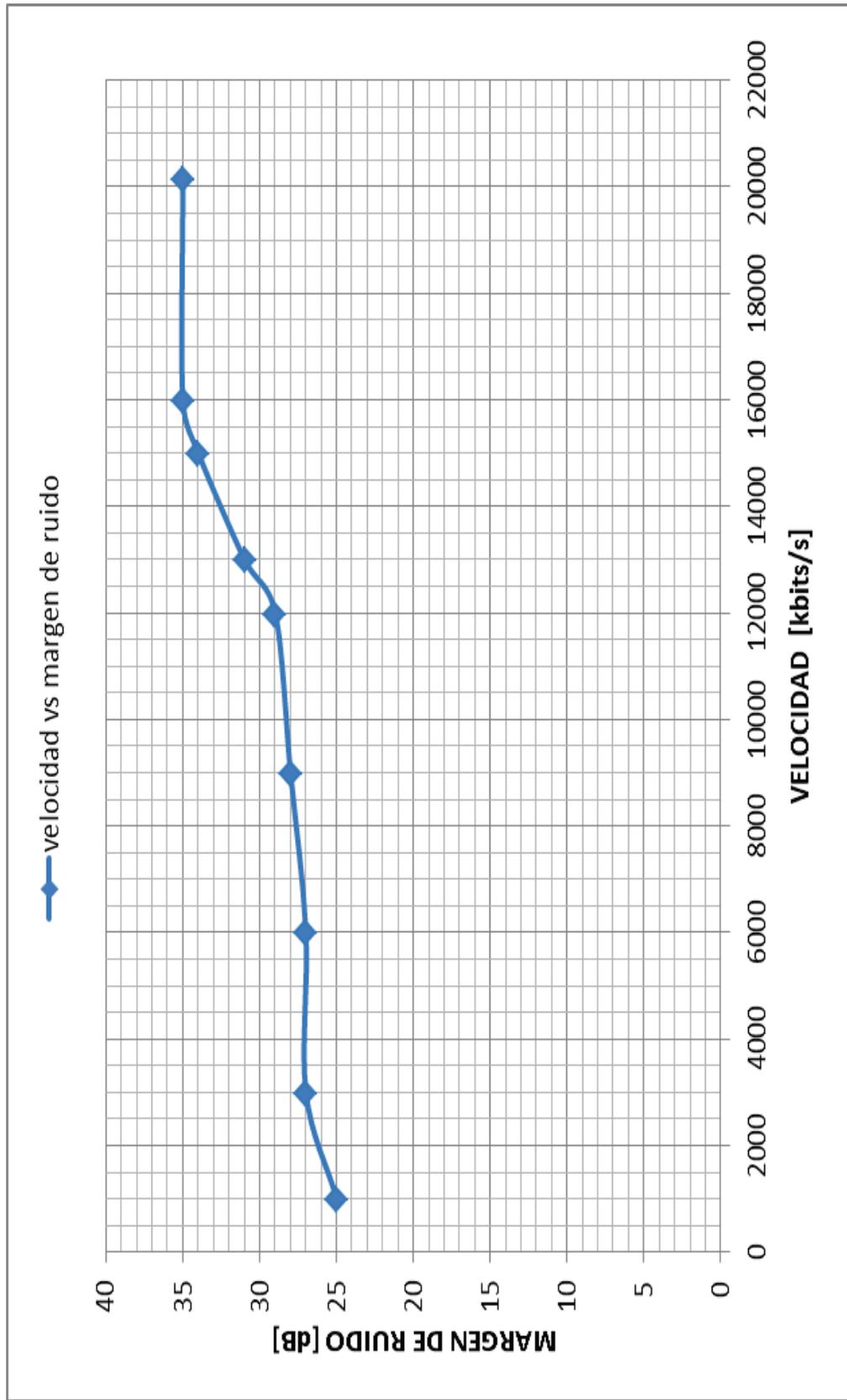


Figura 3-2. Gráfica de la velocidad de transmisión en función del margen de ruido.

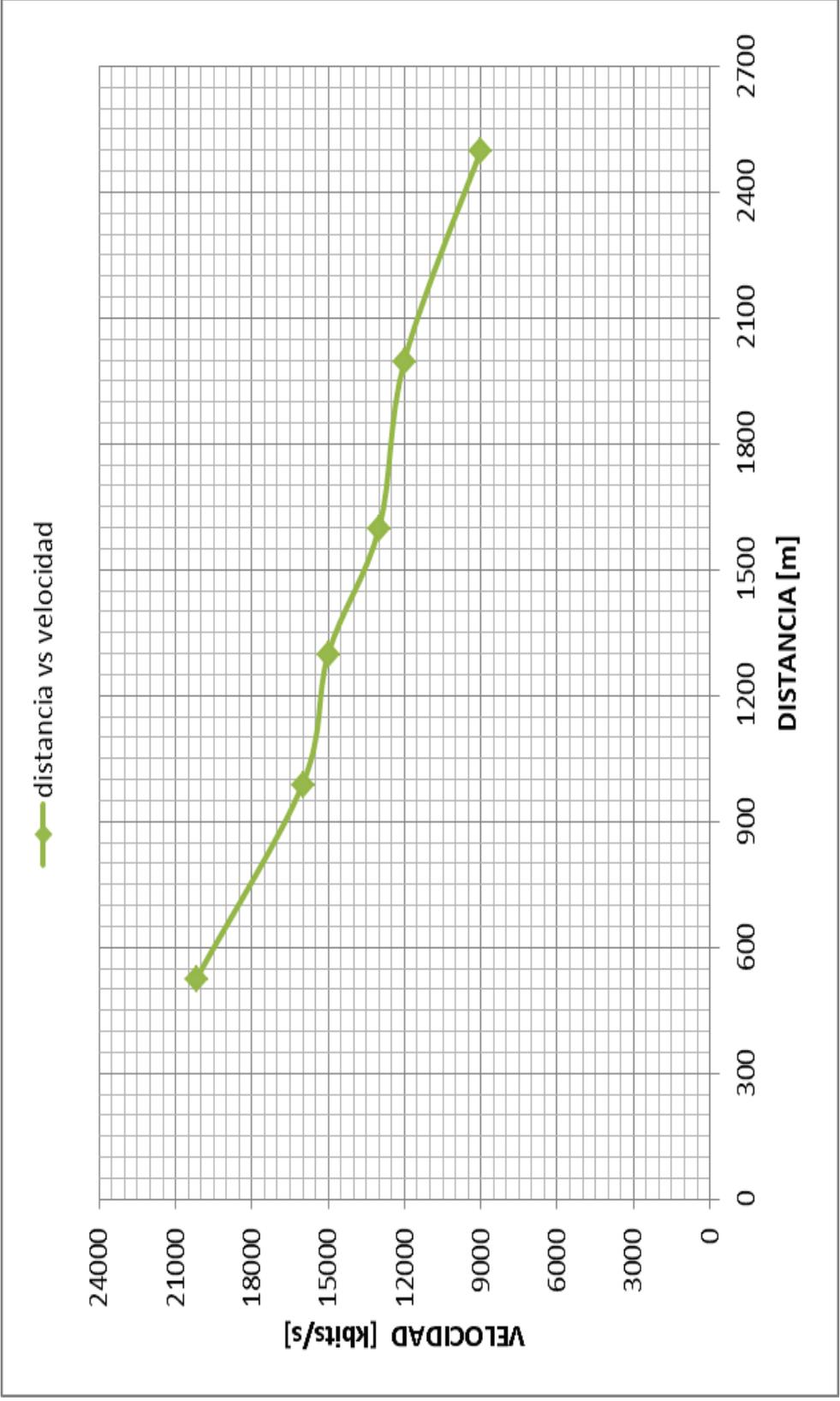


Figura 3-3. Gráfica de la velocidad de transmisión en función de la distancia.

La Figura 3-4 muestra el área de cobertura del nodo las casas divide en sus respectivas áreas de distrito y en base a la Tabla 3-3 se presenta la máxima velocidad de transmisión alcanzable en cada una de las áreas de distrito.

### 3.2 ZONAS DE COBERTURA DEL SERVICIO DE IPTV

La Tabla 3-2 muestra las alternativas que brinda el servicio de IPTV cuando el video es comprimido bajo la estándar MPEG-2. La Tabla 3-3 muestra las alternativas que brinda el servicio de IPTV cuando el video es comprimido bajo la estándar MPEG-4.

Una vez establecida la máxima velocidad de transmisión alcanzable, con la ayuda de las tablas: Tabla 3-2 y Tabla 3-3, a continuación se presenta el área de cobertura del servicio de IPTV divide en zonas según las diferentes alternativas que brinda este servicio. Esto se presenta en las siguientes figuras: Figura 3-5, Figura 3-6, Figura 3-7, Figura 3-8, Figura 3-9, Figura 3-10, Figura 3-11, Figura 3-12. Además se muestra la representación gráfica de la Tabla 3-2 en la Figura 3-13 y de la Tabla 3-3 en la Figura 3-14.

<b><u>MPEG-2</u></b>	<b>Paquete 1</b>		<b>Paquete 2</b>	<b>Paquete 3</b>	<b>Paquete 4</b>	<b>Paquete 5</b>	<b>Paquete 6</b>
	<b>1 TV</b>	<b>2 TV</b>	<b>3 TV</b>	<b>1 HDTV</b>	<b>1 TV + 1 HDTV</b>	<b>2 TV + 1 HDTV</b>	<b>1 TV + 2 HDTV</b>
INTERNET	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
SD VIDEO	4.0	8.0	12.0	----	4.0	8.0	4.0
HD VIDEO	----	----	----	18.0	18.0	18.0	36.0
<b>TOTAL Mbps requeridos</b>	<b>5.0</b>	<b>9.0</b>	<b>13.0</b>	<b>19.0</b>	<b>23.0</b>	<b>27.0</b>	<b>41.0</b>

**Tabla 3-2.** Alternativas que brinda el servicio de IPTV comprimido con MPEG-2

Nótese que al emplear MPEG-2 como formato de compresión, los paquetes: Paquetes 4, Paquete 5 y Paquete 6; por la limitación que se presenta en cuanto a la capacidad de la red no se pueden brindar. (*Capacidad de la red, ver Figura 3-4*).

	<b>Paquete 1</b>		<b>Paquete 2</b>	<b>Paquete 3</b>	<b>Paquete 4</b>	<b>Paquete 5</b>	<b>Paquete 6</b>
<b>MPEG-4</b>	<b>1 TV</b>	<b>2 TV</b>	<b>3 TV</b>	<b>1 HDTV</b>	<b>1 TV + 1 HDTV</b>	<b>2 TV + 1 HDTV</b>	<b>1 TV + 2 HDTV</b>
INTERNET	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
SD VIDEO	2.0	4.0	6.0	----	2.0	4.0	2.0
HD VIDEO	----	----	----	9.0	9.0	9.0	18.0
<b>TOTAL Mbps requeridos</b>	<b>3.0</b>	<b>5.0</b>	<b>7.0</b>	<b>10.0</b>	<b>12.0</b>	<b>14.0</b>	<b>21.0</b>

**Tabla 3-3.** Alternativas que brinda el servicio de IPTV comprimido con MPEG-4

Nótese que al emplear MPEG-4 como formato de compresión, el Paquete 6 por la limitación que se presenta en cuanto a la capacidad de la red no se puede brindar. (Capacidad de la red, ver Figura 3-4).



Figura 3-4. Máxima velocidad de transmisión alcanzable para cada área de distrito.

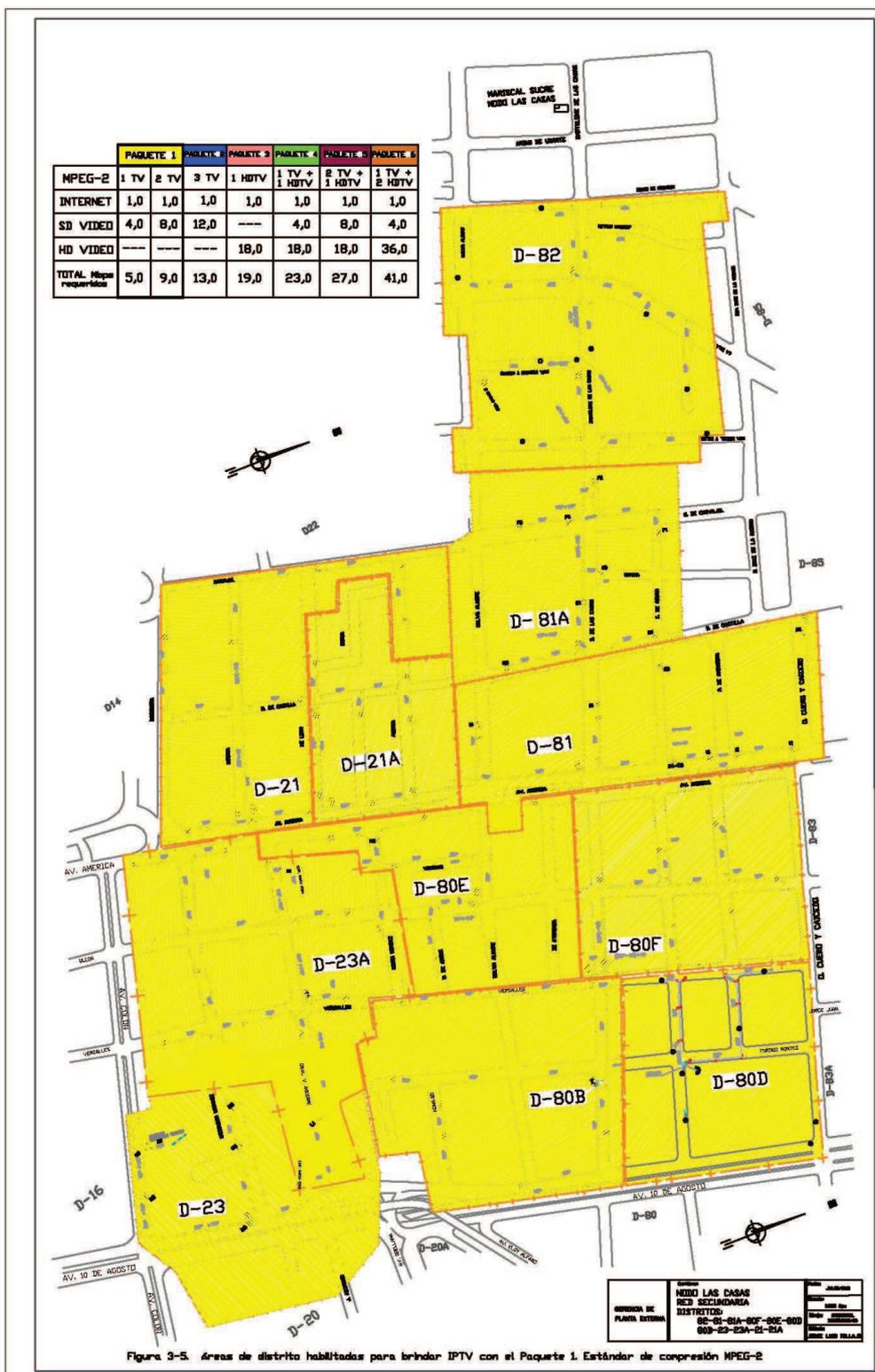


Figura 3-5. Áreas de distrito habilitadas para brindar IPTV con el Paquete 1. Estándar de compresión MPEG-2.

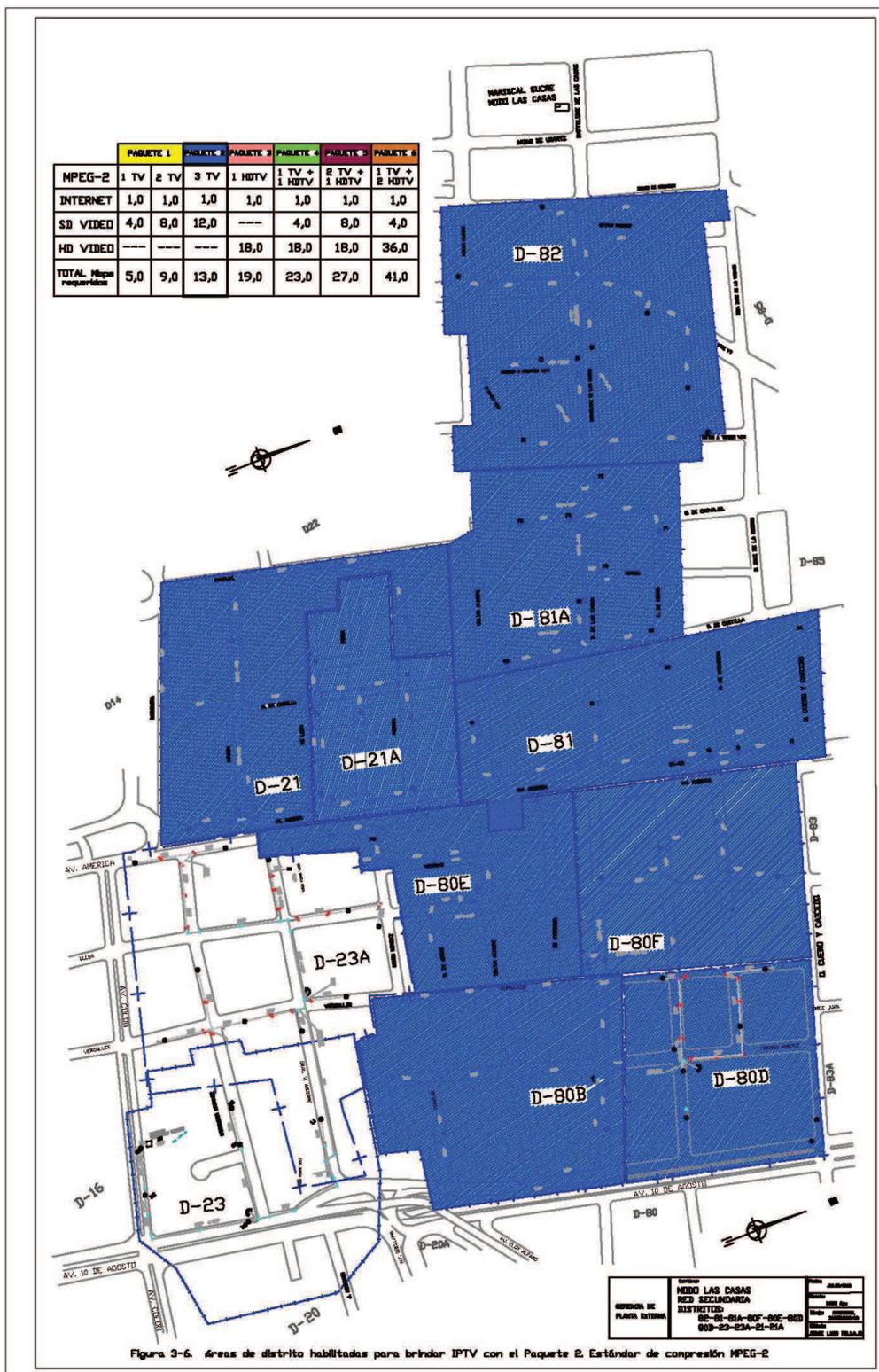


Figura 3-6. Áreas de distrito habilitadas para brindar IPTV con el Paquete 2. Estándar de compresión MPEG-2.



Figura 3-7. Áreas de distrito habilitadas para brindar IPTV con el Paquete 3. Estándar de compresión MPEG-2.

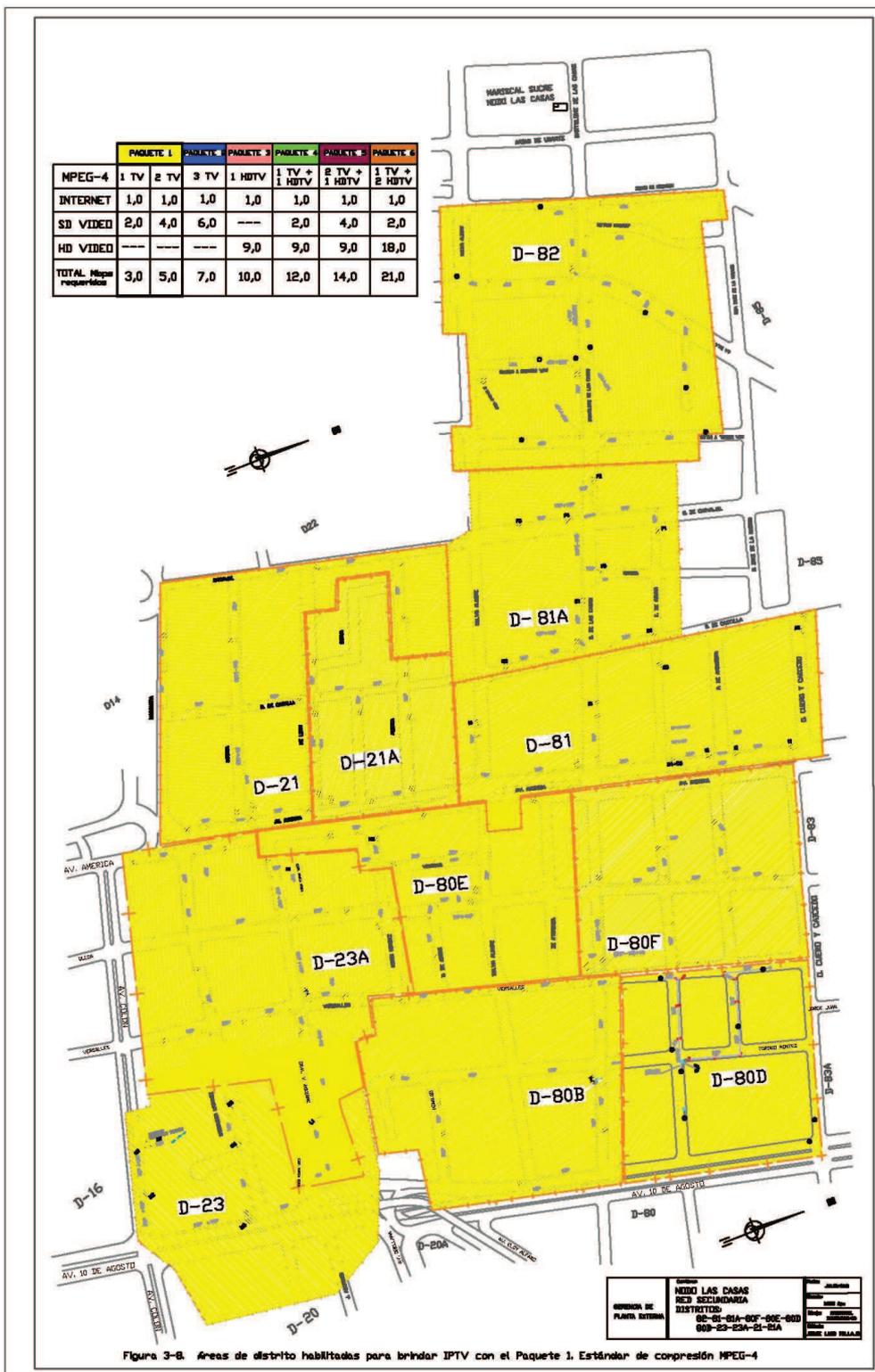


Figura 3-8. Áreas de distrito habilitadas para brindar IPTV con el Paquete 1. Estándar de compresión MPEG-4.

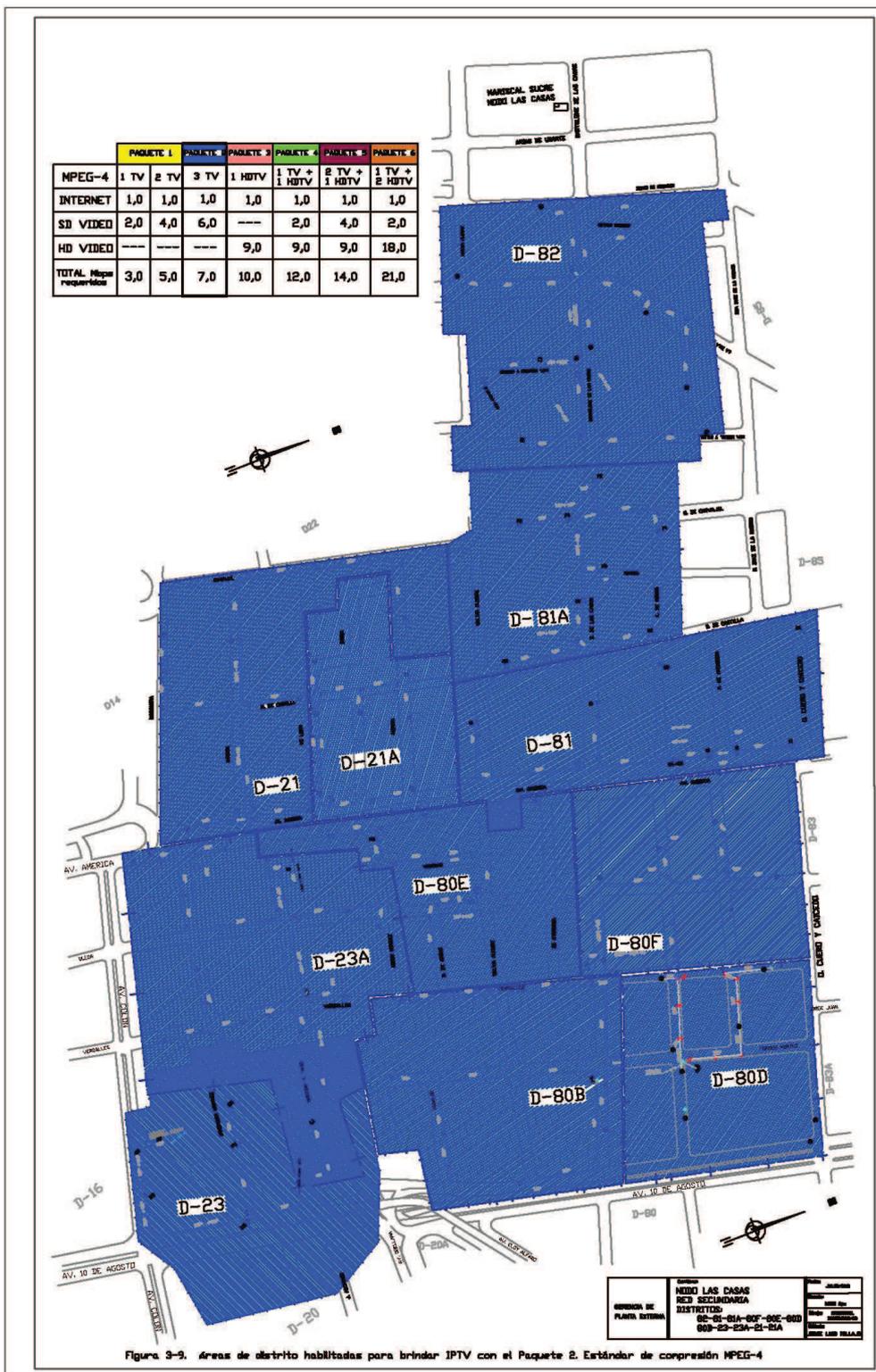


Figura 3-9. Áreas de distrito habilitadas para brindar IPTV con el Paquete 2. Estándar de compresión MPEG-4.

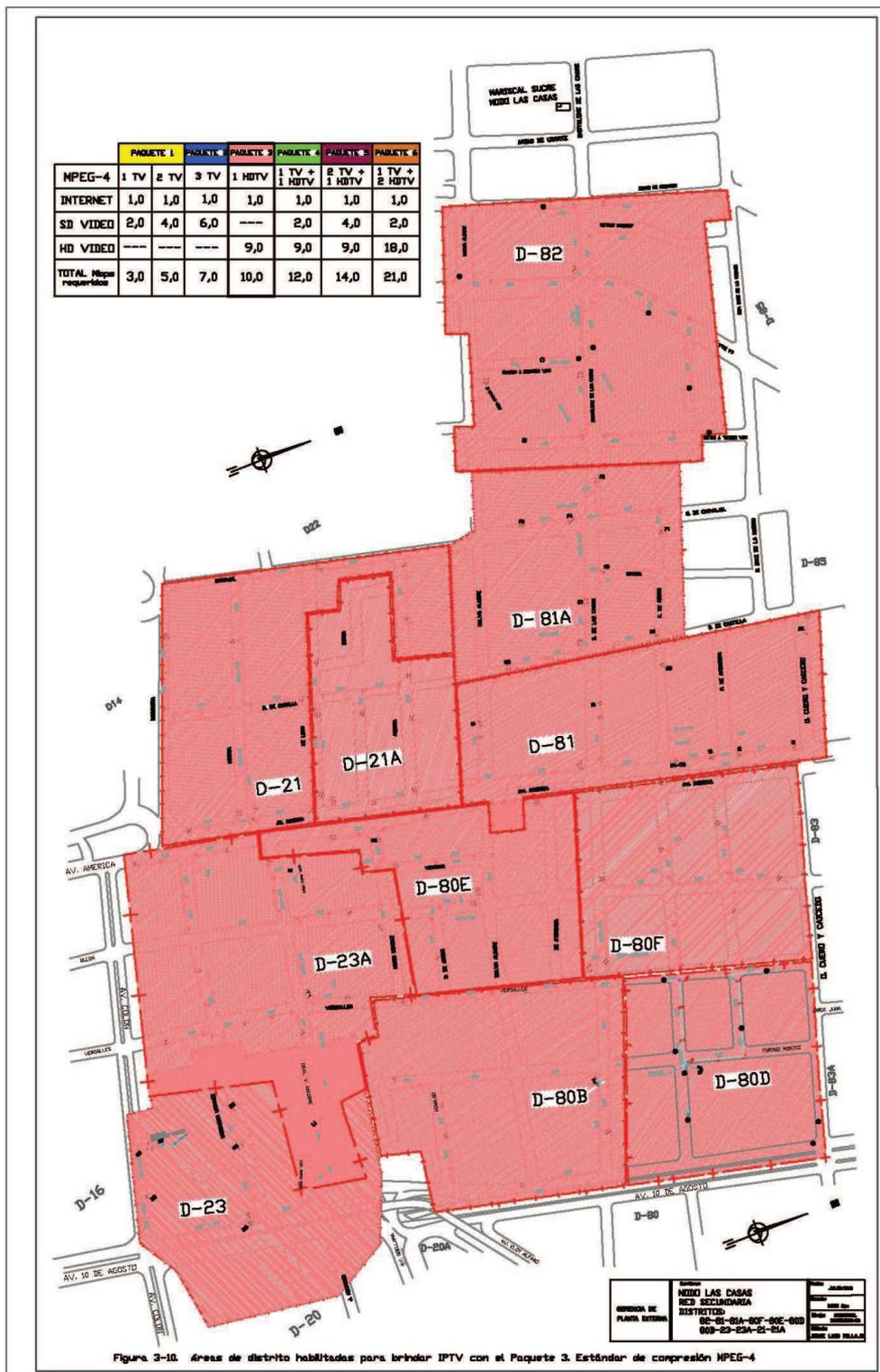


Figura 3-10. Áreas de distrito habilitadas para brindar IPTV con el Paquete 3. Estándar de compresión MPEG-4.



Figura 3-11. Áreas de distrito habilitadas para brindar IPTV con el Paquete 4. Estándar de compresión MPEG-4.



Figura 3-12. Áreas de distrito habilitadas para brindar IPTV con el Paquete 5. Estándar de compresión MPEG-4.

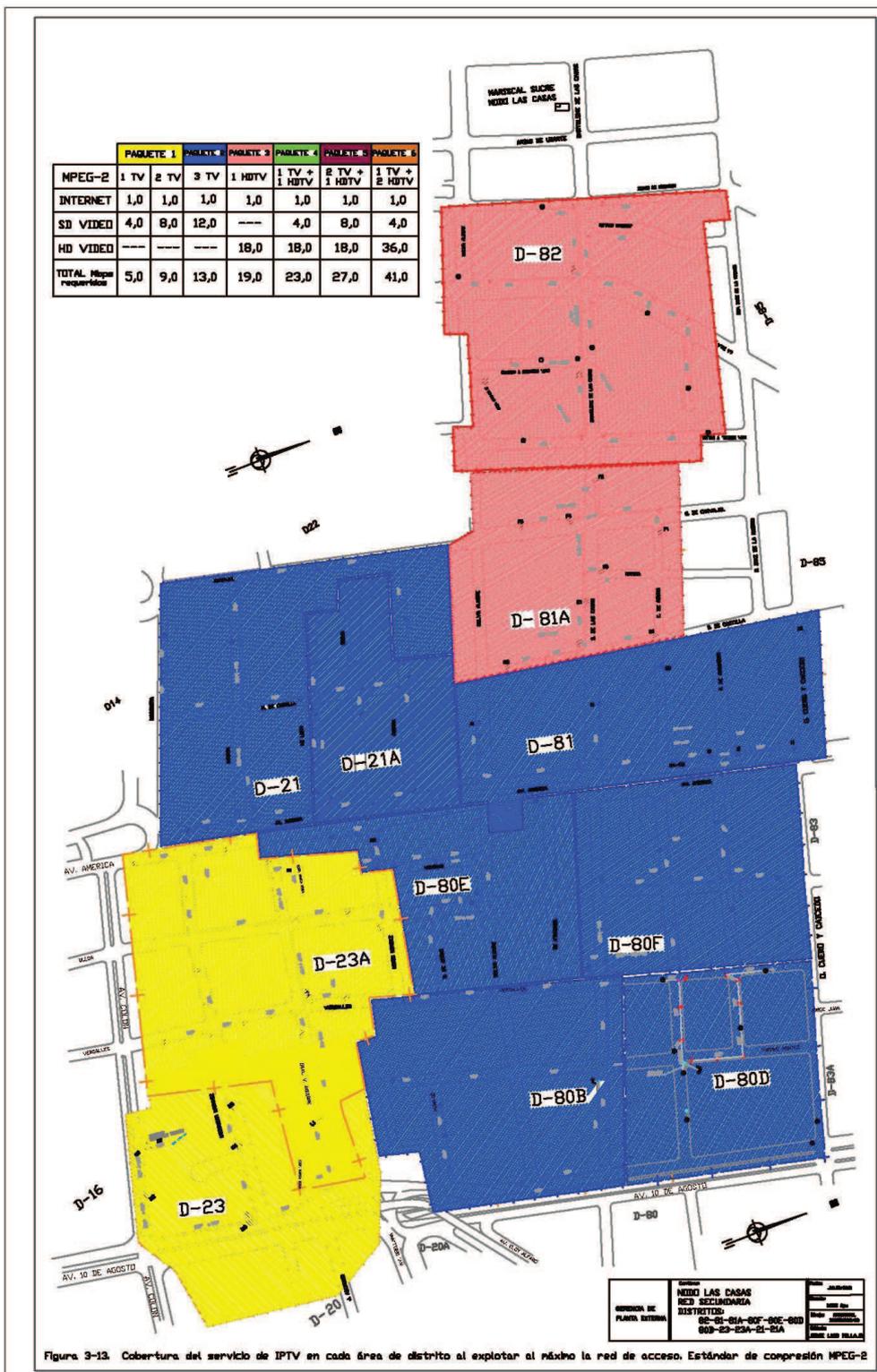


Figura 3-13. Cobertura del servicio de IPTV en cada área de distrito al explotar al máximo la red de acceso. Estándar de compresión MPEG-2.



Figura 3-14. Cobertura del servicio de IPTV en cada área de distrito al explotar al máximo la red de acceso. Estándar de compresión MPEG-4.

### **3.3 OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE ACCESO**

Como ya se ha determinado hasta este punto, la característica de la red de acceso es un tanto peculiar por los parámetros variables que se presentan a lo largo de toda la red, parámetros de voltajes, resistencias, atenuación, margen de ruido. Lo obtenido en los puntos anteriores de este capítulo, tablas y gráficas han sido obtenidas en base a mediciones y pruebas en líneas que presentan parámetros con valores óptimos, es decir, lo mejor con lo que cuenta la red para atender en las diferentes zonas del sector de Las Casas.

La existencia de pares o líneas telefónicas en malas condiciones, produce que la cobertura del servicio de IPTV no sea homogénea en toda la zona, es decir que la alternativa de servicio que ofrece IPTV no estará disponible para todos los abonados de la zona. Estas características de pares en mal estado se puede observar en el punto 2.3 y 2.4 del capítulo anterior.

Por ello, se presenta a continuación un plan de optimización de la red de acceso. Propuestas de mejoramiento, manteniendo de la red, con el fin de contar con una red a nivel de capa de acceso en condiciones ideales para brindar el servicio de IPTV.

#### **3.3.1 MEJORAMIENTO PLANTA EXTERNA**

La red de planta externa es el conjunto de elementos conectados entre sí, ubicados entre una central telefónica y el abonado formando una red mixta que empieza en el distribuidor y de éste mismo se despliega la red primaria hasta los armarios de distribución y continuar con la red secundaria hasta las cajas de dispersión y finalmente desplegar una red de abonado hasta el cajetín telefónico del lado del usuario. El informe obtenido en el capítulo anterior nos muestra el estado actual de la red de acceso y además este informe ha permitido localizar sin el daño se encuentra en ciertos pares o es un daño total en un distrito determinado.

Las disposiciones que han de adoptarse para el mejoramiento de planta externa son las siguientes:

- a. Sustitución de los pares dañados por pares de reserva, esto es aplicable en red primaria y en red secundaria.
- b. Sustitución de las regletas de red primaria y regletas de red secundaria.
- c. Reparación o sustitución de las cajas de dispersión.
- d. Reparación de empalmes en tramos de red primaria y secundaria.
- e. Reparación de los componentes deteriorados de la canalización.
- f. Reparación de puestas a tierra total de la red primaria y red secundaria, en los armarios de distribución y en las cajas de distribución de cada serie.
- g. Sustitución de la estructura telefónica dañada en los armarios de distribución.
- h. Sustitución de empalmes en cable de red de abonado (NEOPREN) utilizando conectores (FE/FE – FE/FI)

### **3.3.2 MANTENIMIENTO PLANTA EXTERNA**

El mantenimiento consiste en prever las posibles averías y en corregirlas antes de que afecten al servicio. Las medidas a adoptar y la frecuencia con que hay que hacerlo depende del órgano interesado y de las causas de averías conocidas o previstas, tiene que programarlas y supervisarlas un personal perfectamente calificado.

#### **Medidas de Mantenimiento Preventivo:**

- a. Sistema de detección y de prevención de las averías (presurizaron de los cables, por ejemplo estos sistemas comprende dispositivos de alarmas y su eficacia especialmente desde el punto de vista de la economía de la explotación y de la calidad del servicio) dependen de muchos de los métodos

efectivamente aplicados para la localización y reparación de las averías una vez accionados los dispositivos de alarma.

- b. Sistema de medidas eléctricas, esto permite controlar la resistencia de aislamiento y continuidad de los pares en el cable con equipos y dispositivos de medidas, este sistema puede ser manual o automático. El sistema de ser capaz de medir las características eléctricas del cable o de la red, contar con una alarma y registrar las averías encontradas.
- c. El empleo de los métodos de presurizaron de los cables tiende limitar la importancia de las medidas eléctricas necesarias. Sin embargo no supe a estas especialmente, puesto que el uso de estos métodos no garantiza el desenvolvimiento del par de cobre en óptimas condiciones.
- d. Inspección de las instalaciones, conforme a un programa establecido de antemano, con personal equipado y capacitado. Para poder estudiar y aplicar eficazmente medidas correctivas, este personal debe presentar una lista de control con indicación de la inspección realizada y de las averías y defectos comprobados, es indiscutible que en numerosos casos el propio personal de inspección puede y debe adoptar las medidas correctivas necesarias cuando los daños comprobados pueden ser perjudiciales para el servicio. Asimismo, cuando se produce una nueva instalación, conviene buscar, reparar, todas las averías (reales o probables) de las viejas instalaciones vecinas.
- e. Limpieza y desagüe de ductos y cámaras, además revisar que la tapas están perfectamente cerradas, conforme a un programa determinado.
- f. Limpieza y tratamiento de todas las superficies, todos los elementos y todos los aparatos expuestos a la corrosión, conforme a un programa previamente establecido.
- g. Retiro de sobrantes y sustitución íntegra del material que debe ser cambiado.
- h. Corte y poda de árboles en las cercanías de la red de abonado y mantener el acceso a las áreas en las que existan elementos o equipos que conformen la Planta Externa, de acuerdo con programa bien definidos.

## **Pruebas rutinarias y procedimientos de trabajo para el mantenimiento de planta externa**

Los siguientes procedimientos regirán para el mantenimiento de la planta externa, es decir, red primaria, red secundaria y red de abonado aplicables en las redes de cables y líneas de acometida de cada central telefónica que estarán a cargo del jefe de planta externa con su personal de mantenimiento y reparaciones.

### **a. Prueba de continuidad de los conductores**

- Estas pruebas se harán en todos los pares libres de las regletas de conexión y corte del armario de distribución.
- Esta prueba se hará mensualmente
- Los defectos a encontrarse son rupturas del conductor, cruces de conductores o cruces de pares.
- En caso de encontrar un defecto se debe proceder a su reparación si es posible.
- Esta prueba lo harán los técnicos de reparaciones de planta externa con experiencia en cableado y pruebas eléctricas.

### **b. Prueba de resistencia de aislamiento**

- Se hará en todos los pares libres de las regletas de conexión y corte del armario de distribución.
- Las pruebas se harán mensualmente, simultáneamente con las pruebas de continuidad.
- Un valor óptimo en la medición tip-ring, tip-ground, ring-ground debería ser mayor a 30 M $\Omega$ , sin embargo es aceptable tener un rango entre 3 M $\Omega$  y 30 M $\Omega$ .

---

# *Capítulo 4*

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- IPTV se trata del conjunto de servicios multimedia (televisión, audio, video, texto, gráficos y datos) que son distribuidos a través de una red IP, los cuales deben poseer un nivel de calidad de servicio, seguridad, interactividad y fiabilidad.
- En la transmisión unicast se envía en flujo de información para cada nodo de destino desde el nodo emisor, esto genera un aumento directamente proporcional (usuarios con enlaces) y requiere el incremento de las capacidades gradualmente. Mientras que en la transmisión multicast se tiene un único proceso de envío independientemente del número de puntos de destino, en este tipo de transmisión se disminuye el ancho de banda consumido en la red y aumenta el número de conexiones disponibles en un servidor.
- En la actualidad el entorno de las telecomunicaciones está experimentando cambios importantes, esto implica que los operadores deben innovar su oferta de servicios y redes con el fin de satisfacer las necesidades de sus clientes. La convergencia de servicios, aplicaciones y dispositivos impulsa esta tendencia y el Ecuador no es ajeno a esta necesidad por lo tanto, la red de telefonía fija en el Ecuador debe evolucionar hacia las nuevas tecnologías en redes, migrar sus redes de nivel 2 basadas en tecnologías Frame Relay y ATM, a redes NGN implementadas sobre IP/MPLS.
- Los DSLAM son los concentradores de servicios xDSL, estos equipos tienen la capacidad de entregar y recibir el tráfico sobre líneas DSL. En Quito gran parte de los DSLAM instalados usan ATM como método de transporte lo cual limita la prestación de nuevos servicios, el IPDSLAM es basado en IP y este es capaz de soportar servicios de alto ancho de banda con exigentes requisitos de QoS, tales como IPTV, vídeo bajo demanda, y la entrega simultánea de servicios triple-play, incluyendo VoIP.

- La red de acceso a través de cables multipar de cobre representan más del 90% de los usuarios conectados a la banda ancha utilizando la tecnología xDSL, el parámetro de voltaje y resistencia de aislación es, sin duda, uno de los mayores problemas, por cuanto reduce la relación señal/ruido (S/R) y, como consecuencia, la velocidad de transmisión en la línea. El efecto del ruido entre hilos se genera justamente por la pérdida de corriente de fuga que produce el ruido metálico. A esto, se suma el factor distancia, en el que interviene también la atenuación provocando también la disminución de la velocidad de transmisión.
  
- En el presente, la red de acceso es el cuello de botella que limita la velocidad, por lo que un problema clave es buscar nuevas soluciones tecnológicas que aumenten la velocidad de transmisión en esta porción de la red. Coexistirían aquí varias tecnologías: xDSL, LAN inalámbrica (WLAN), móviles de tercera generación (3G), y Redes Ópticas.
  
- El presente proyecto ha mostrado el estado actual de la red de acceso que ha implementado la Corporación Nacional Telecomunicaciones en el Sector de las Casas, este sector es atendido por dos redes, una que es desplegada desde la Central de Mariscal Sucre y otra que se ha desplegado desde un nodo de acceso llamado "Nodo Las Casas". Los pruebas realizadas muestran los siguientes resultados y sugerencias:

#### *Red repartida desde la Central Mariscal Sucre*

- Las condiciones de la red de acceso son malas, se ha determinado en la totalidad de sus armarios, pares telefónicos con averías que en un gran porcentaje presentan daños irreparables. Por esta razón, la red que se reparte desde esta Central no califica para la habilitación del servicio de IPTV. Para habilitar a esta red con el servicio de IPTV se sigue; El reemplazo total del cableado de red primaria, así como sus bloques de conexión terminales.

- Armarios de distribución como el D-21, D-21A, D-80E, D-81, D81A y D82 se encuentran a distancias que superan los 2000 m, para este caso se debe realizar un análisis minucioso puesto que el tender un nuevo cableado de red primaria en estos armarios solo se representaría una red en condiciones y características optimas con las que se alcanzarían velocidades de transmisión que no superarían los 11 Mbits/s, velocidades que no las adecuadas para brindar toda la gama de servicios que IPTV puede ofrecer justamente por este parámetro, la distancia. Para este caso en el que la distancia no cumple o no se halla dentro del rango requerido, se propone la migración completa del cableado de red primaria hacia el Nodo Las Casas, y así contar con una red en óptimas condiciones y con la distancia idónea para brindar el servicio de IPTV. Pero como se ha dicho, esta propuesta de migración de la red merece un estudio técnico-económico con el fin de determinar su factibilidad, pero cabe recalcar que si se mantienen esas distancias entre la central y el abonado, no se podrá habilitar el servicio de IPTV en las zonas que atiendan los armarios ya mencionados.

#### *Red repartida desde el Nodo Las Casas*

Las condiciones de la red de acceso son aceptables, aunque existen armarios de distribución como el D-21A y D-23A que necesitan una pronta intervención del personal de reparación puesto en ambos se detectaron graves averías en la mayoría de sus bloques terminales (regletas). Pese a esto, la red de acceso en estos armarios puede ser reparada sin se toman los correctivos necesarios. Aparte de estos armarios, se puede afirmar que en el resto de zonas puede habilitarse el servicio de IPTV.

- Por su naturaleza, un equipo de medición eléctrica solo puede detectar una avería cuando esta se ha producido. No obstante, si la prueba se hace pronto, puede evitarse averías significativas del servicio telefónico. Por esta razón se presenta este plan de optimización de la red de acceso que propone mejoramientos en la red de planta externa y la puesta en marcha de un mantenimiento periódico, organizado y controlado de la red de acceso.

## ACRÓNIMOS

AAC	Codificación de audio avanzada (Advance Audio Coding).
ADSL	Línea de abonado digital asimétrica (Asymmetric Digital Subscriber Line).
ATM	Modo de transferencia asíncrona (Asynchronous Transfer Mode).
ATSC	Comité de sistemas de televisión avanzada (Advanced Television System Committee).
BRAS	Servidor remoto de acceso de banda ancha (Broadband Remote Access Server).
BTV	Difusión de Televisión (Broadcast Television).
CATV	Televisión por cable (Community Antenna Television).
CNT	Corporación Nacional de Telecomunicaciones
CONATEL	Consejo Nacional de Telecomunicaciones
CoS	Clase de Servicio (Class of Service).
CPE	Equipo terminal del cliente (Customer Premises Equipment).
DBTV	Transmisión de televisión digital (Digital Broadcast TV).
DHCP	Protocolo de configuración dinámica de host (Dynamic Host Configuration Protocol).
DSLAM	Multiplexor digital de acceso a la línea digital de abonado (Digital Subscriber Line Access Multiplexer).
DTMB	Transmisión Digital Terrestre Multimedia (Digital Terrestrial Multimedia Broadcast).

DVB	Difusión de video digital. (Digital Video Broadcasting).
EoMPLS	Ethernet sobre MPLS (Ethernet over MPLS).
EPG	Guía electrónica de programación (Electronic Program Guide).
FTTC	Fibra hasta la acera (Fiber to the Curb).
FTTH	Fibra hasta el hogar (Fiber to the Home).
GOP	Grupo de cuadros (Group of Pictures).
GPON	Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit (Gigabit-capable Passive Optical Network).
HDTV	Televisión de alta definición (High Definition Television).
IGMP	Protocolo de administración de grupos de Internet (Internet Group Management Protocol).
IP/MPLS	Internet Protocol/Multiprotocol Label Switching.
IPTV	Televisión sobre IP (Internet Protocol Television).
ISDB	Transmisión Digital de Servicios Integrados (Integrated Services Digital Broadcasting).
LMDS	Servicio de distribución local multipunto (Multipoint Distribution Service).
MMDS	Servicio de distribución multicanal multipunto (Multichannel Multipoint Distribution Service).
MPEG	Grupo de expertos en imágenes en movimiento (Moving Picture Experts Group).
MPLS	Conmutación Multi-Protocolar mediante Etiquetas (Multiprotocol Label Switch).

NGN	Red de Nueva Generación. (Next Generation Network)
NVOD	Video casi bajo demanda (Near Video on Demand).
nPVR	Grabador de video personal en la red (Network Personal Video Recorder).
NTSC	Comisión Nacional de Sistemas de Televisión (National Television System Committee).
PPV	Pago por ver (Pay-per-view).
PIP	Imagen en imagen (Picture-in-Picture).
PSTN	Red pública telefónica conmutada (Public Switched Telephone Network).
PVR	Grabación personal de video (Personal Video Recorder).
QoE	Calidad de experiencia en el usuario (Quality of Experience).
QoS	Calidad de servicio (Quality of Service).
RTP	Protocolo de transporte en tiempo real (Real-time Transport Protocol).
RTCP	Protocolo de control de transporte en tiempo real (Real Time Transport Control Protocol).
RTSP	Protocolo de flujo en tiempo real (Real Time Strategy).
SDH	Jerarquía digital sincrónica (Synchronous Digital Hierarchy).
SDP	Protocolo de descripción de sesión (Session Description Protocol).
SDTV	Televisión de definición estándar (Standard Definition Television).
SIP	Protocolo de inicio de sesión (Session Initiation Protocol).

SNR	Nivel señal a ruido (Signal to Noise Ratio).
STB	Equipo decodificador de video digital (Set Top Box).
SUPERTEL	Superintendencia de Telecomunicaciones
TCP	Protocolo de control de transmisión (Transmission Control Protocol).
TDM	Multiplexación por división de tiempo (Time Division Multiplexing).
TDT	Televisión Digital Terrestre (Digital Terrestrial Television).
TSTV	Pausa de TV en vivo (Time Shifted TV).
TVoD	Televisión bajo demanda (TV on Demand).
UDP	Protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas (User Datagram Protocol).
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones.
VLAN	Red de área local virtual (Virtual Local Area Network).
VoD	Video bajo demanda (Video on Demand).
VoIP	Voz sobre IP (Voice over IP).
WDM	Multiplexación por división de onda (Wave División Multiplexing).
WiMAX	Interoperabilidad mundial para acceso por microondas (Worldwide Interoperability for Microwave Access).
WLL	Lazo local inalámbrico (Wireless Local Loop).

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

Las palabras de uso frecuente en el presente Proyecto se las define a continuación:

### A

**Abonado:** Persona natural o jurídica, de derecho público o privado que ha celebrado un acuerdo con una empresa determinada para la provisión de un servicio de telecomunicaciones.

**ADSL:** Asymmetric Digital Subscriber Line. Línea Digital Asimétrica de Abonado. Sistema asimétrico de transmisión de datos sobre líneas telefónicas convencionales pero a alta velocidad (hacia Internet).

**Anillo:** Topología de comunicación, en la que cada estación está conectada a la siguiente y la última está conectada a la primera.

**Ancho de banda:** Se refiere a la capacidad de transmisión de un canal. Indica la cantidad de información por unidad de tiempo que puede enviarse a través de una línea de transmisión, medida frecuentemente en bits por segundos (bps). También se refiere a la banda comprendida entre la frecuencia inferior y la superior de un canal de comunicaciones, medido en Hertz (Hz).

**Apagón Analógico:** Se denomina metafóricamente de este modo a la hipotética fecha en la que la tecnología digital sustituirá definitivamente a la analógica en todo el proceso de producción, difusión, recepción, etc. de contenidos de cualquier tipo: audiovisuales, telecomunicaciones, datos.

**ATM:** Asynchronous Transmission Mode. Modo de Transmisión Asíncrona. Sistema de transmisión de datos usado en banda ancha para aprovechar al máximo la capacidad de una línea. Se trata de un sistema de conmutación de paquetes que soporta velocidades de hasta 1,2 Gbps.

**Atenuación:** En telecomunicación, es la pérdida de potencia sufrida por la misma al transitar por cualquier medio de transmisión. Es el cociente entre la potencia emitida y la potencia recibida. No obstante, la atenuación no suele expresarse como diferencia de potencias sino en unidades logarítmicas como el decibelio (dB).

**B**

**Backbone:** Estructura de transmisión de datos de una red o conjunto de ellas en Internet. Literalmente: "esqueleto", núcleo estructural de la red, que conecta todos los componentes de la red de manera que se pueda producir la comunicación. También se denomina así al conjunto de conexiones que forman la base o "eje central" de una red de computadoras.

**Banda ancha:** Un método de transmisión que causa una amplitud de banda mayor que la de un canal de voz, y potencialmente capaz de velocidades de transmisión mucho más altas; también llamada banda amplia, suficiente para la transmisión combinada de señales vocales, de datos y vídeo

**Broadcast (difusión):** Es una técnica utilizada para enviar paquetes de datos de manera simultánea a todos los dispositivos de un segmento de red.

**Bucle local:** el circuito físico de línea de par trenzado metálico que conecta el punto de terminación de la red en las dependencias del abonado a la red de distribución principal o instalación equivalente de la red pública de telefonía fija.

**C**

**Calidad de Servicio (QoS):** Efecto global de las características de servicio que determinan el grado de satisfacción de un usuario de un servicio.

**Canal:** Medio de transmisión por el cual se difunde una comunicación entre dos usuarios.

**CONATEL:** Consejo Nacional de Telecomunicaciones, ente encargado del control y monitoreo del espectro radioeléctrico y de los sistemas y servicios de radiocomunicación.

**D**

**Decibelio** es la unidad relativa que expresa la relación entre dos magnitudes eléctricas, o entre la magnitud que se estudia y una magnitud de referencia. El decibelio, cuyo símbolo es  $[dB]$ , es una unidad logarítmica.

**Diafonía:** Fenómeno que provoca la introducción de una señal no deseada en una línea por acoplamiento con otra u otras líneas.

**Digitalización:** Proceso en virtud del cual se asignan valores numéricos, en función de su intensidad, a diferentes muestras de una onda eléctrica que contiene información de audio o vídeo. También se conoce como codificación.

**Dirección IP:** Dirección de 32 bits asignada a los hosts mediante TCP/IP. Una dirección IP corresponde a una de las cinco clases existentes (A, B, C, D o E) y se escribe en forma de 4 octetos separados por puntos (formato decimal con punto) de la siguiente forma: xxx.xxx.xxx.xxx por ejemplo: 128.214.6.100

## E

**Equipo Terminal:** Equipo conectado a una red de telecomunicaciones para proporcionar acceso a uno o más servicios específicos. Este equipo proporciona al cliente funciones necesarias para la ejecución y recepción de dicho servicio.

**Estación:** Uno o más transmisores o receptores, o una combinación de transmisores o receptores, incluyendo las instalaciones accesorias necesarias para asegurar un servicio de radiocomunicación, o el servicio de radioastronomía en lugar determinado. Las estaciones se clasificarán según el servicio en el que participe de una manera permanente o temporal.

**Estación Terrena:** Estación situada en la superficie de la tierra o en la parte principal de la atmósfera terrestre, destinada a establecer comunicación con una o varias estaciones espaciales; o 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.

## F

**Fibra Óptica:** Medio de transmisión que consiste de un núcleo y una envolvente concéntrica puede ser de vidrio, plástico u otro material transparente. Las señales que se transmiten son lumínicas de muy alta velocidad. / Son delgados filamentos de vidrio diseñados para transmitir luz. Los pulsos eléctricos o bits son convertidos a pulsos luminosos mediante un conversor electro-óptico como un láser o led.

## G

**Gateway:** Puerta de Acceso. Dispositivo que permite conectar entre sí dos redes normalmente de distinto protocolo o un Host a una red.

## I

**IEEE:** Institute of Electrical and Electronics Engineers. Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos. Asociación Norteamericana.

**IPTV:** Internet Protocol Television, Televisión sobre IP. Un servicio (o tecnología) de IPTV es la nueva convergencia de servicios (o tecnologías) de las telecomunicaciones y difusión con QoS a través la red IP de banda ancha convergente cableada e inalámbrica para la entrega administrada, controlada y segura de un considerable número de contenidos multimedia tal como el vídeo, audio, datos y aplicaciones procesadas por plataformas a un cliente a través de la televisión, PDA, celulares, y terminales móviles de TV con el módulo STB o un dispositivo similar.

**ISP:** Internet Service Provider. Proveedor de Servicios Internet, se refiere a una compañía que se dedica a ofrecer acceso a Internet a sus clientes. Específicamente, el proveedor puede proveer desde enlaces dial up hasta enlaces dedicados de muy alta velocidad. Adicionalmente, los ISP suelen ofrecer servicios adicionales tales como desarrollo y mantenimiento de sitios web, cuentas de correo electrónico, entre otros.

## L

**Latencia:** Retardo entre el momento en que un dispositivo solicita acceso a una red y el momento en que se le concede el permiso para transmitir. Intervalo de tiempo que toma el procesamiento de una tarea.

## M

**Margen de SNR:** Es la diferencia entre el nivel de ruido (SNR) medio de la línea y el SNR necesario para mantener la velocidad de sincronía actual. Es digamos el margen que se deja para que la línea aguante ruido impulsivo. Este número cuanto más alto mejor y se mide en decibelios (dB).

**Módem:** Modulador/Demodulador. Dispositivo que adapta las señales digitales para su transmisión a través de una línea analógica. Normalmente telefónica. Se conecta en el interior de la PC (modelo interno) o a una salida serie o Port Serie (modelos externos), y de él a la línea telefónica, los modelos actuales llegan a velocidades superiores a los 33 Kbaudios, y soportan Fax y capacidades de atención de llamadas telefónicas con voz.

**MPEG-2:** Moving Pictures Experts Group 2, es la designación para un grupo de estándares de codificación de audio y vídeo acordado por MPEG (grupo de expertos en imágenes en movimiento), y publicados como estándar ISO 13818. MPEG-2 es

por lo general usado para codificar audio y vídeo para señales de transmisión, que incluyen televisión digital terrestre, por satélite o cable.

**MPEG-4:** Introducido a finales de 1998, es el nombre de un grupo de estándares de codificación de audio y video así como su tecnología relacionada normalizada por el grupo MPEG (Moving Picture Experts Group) de ISO/IEC. Los usos principales del estándar MPEG-4 son los flujos de medios audiovisuales, la distribución en CD, la transmisión bidireccional por videófono y emisión de televisión, siendo el principal objetivo de este nuevo formato el de ofrecer al usuario final un mayor grado de interactividad y control de los contenidos multimedia, por lo que en vez de basarse en el conjunto de la secuencia, el MPEG-4 se basa en el contenido.

**MPLS Multiprotocol Label Switching** (Switching de etiquetas multiprotocolo): MPLS es un estándar de la industria sobre el cual se basa la conmutación (switching) de etiquetas, las cuales identifican los diferentes tipos de información sobre la red. La tecnología MPLS le permite a un proveedor de servicio montar sobre su red servicios diferenciados a los cuales se tiene acceso a través del protocolo IP.

**Multicast** (En castellano multidifusión) es el envío de la información en una red a múltiples destinos simultáneamente, usando la estrategia más eficiente para el envío de los mensajes sobre cada enlace de la red sólo una vez y creando copias cuando los enlaces en los destinos se dividen.

## N

**Nodo:** Es el elemento de red, ya sea de acceso o de conmutación, que permite recibir y reenrutar las comunicaciones. El término "nodo" se emplea a veces para indicar un punto en el cual se interconectan circuitos por medios diferentes a la conmutación. En tal caso debe utilizarse una indicación adecuada por simple " nodo" de sincronización.

## O

**Operador:** Es la persona jurídica pública, mixta o privada que es responsable de la gestión de un servicio de telecomunicaciones en virtud de autorización, licencia o concesión, o por ministerio de la ley.

**P**

**Par de Cobre:** Comúnmente referido como par físico, corresponde a dos hilos de cobre que permiten la conexión de servicios de telecomunicaciones en forma directa con la central telefónica.

**Paquete:** Cantidad mínima de datos que se transmite en una red o entre dispositivos. Tiene una estructura y longitud distinta según el protocolo al que pertenezca. También llamado TRAMA.

**Planta Externa:** Son todos aquellos elementos que nos sirven para establecer contacto físico entre el distribuidor principal en una central y el aparato telefónico de abonado.

**PIN:** Personal Identification Number. Número Personal de Identificación. Número secreto asociado a una persona o usuario de un servicio mediante el cual se accede al mismo.

**Protocolo:** Serie de normas o especificaciones técnicas que controlan la secuencia de mensajes que ocurren durante una comunicación entre equipos que forman una red.

**Protocolo IP:** (IP, de sus siglas en inglés *Internet Protocol*) Es un protocolo no orientado a conexión usado tanto por el origen como por el destino para la comunicación de datos a través de una red de paquetes conmutados.

**PVC:** Permanent Virtual Circuit. Circuito Virtual Permanente. Línea punto a punto virtual establecida normalmente mediante conmutaciones de carácter permanente. Es decir a través de un circuito establecido.

**PSTN (Public Switched Telephone Network): Red Pública de Telefonía Fija.-** Red pública de telecomunicaciones para la prestación del servicio de telefonía básica entre puntos fijos determinados.

**R**

**Red:** Es una colección de computadoras y/o dispositivos para computadoras interconectados a través de un medio de transmisión común.

**Red Acometida:** Es aquella que une la caja de dispersión con el aparato del abonado a través del cable de acometida que tiene dos secciones: acometida externa, la que va expuesta a la intemperie y la acometida interna, la que va dentro del edificio del abonado.

**Red Primaria:** Consiste de cables que enlazan el distribuidor principal con el armario; es la red que va desde el distribuidor principal hasta el armario de distribución, por lo general esta red es subterránea y de gran capacidad.

**Red Secundaria:** Está formada por los cables que enlazan el armario con las cajas de dispersión; es la red que va desde el armario de distribución hasta la caja de dispersión, la mayor parte de esta red suele ser aérea.

**Ruido:** Efecto indeseable en la línea telefónica, que degrada la calidad de la comunicación. Se presenta por múltiples causas.

## S

**SDH (Synchronous Digital Hierarchy):** Es un formato de transmisión digital usado en circuitos de microondas, que sirve de soporte para banda ancha. El estándar de la tasa de transmisión para SDH es el STM-1, que establece un mínimo de velocidad de operación de 155.52Mbps.

**SUPTEL:** Superintendencia de Telecomunicaciones, organismo técnico de control de las telecomunicaciones en el país.

**Streaming:** Tecnología que permite implementar aplicaciones de audio y video por demanda, videoconferencia, telefonía, radio, etc.,

## T

**Telecomunicaciones:** Toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos y otros sistemas electromagnéticos.

**Tiempo real :** Se dice que una aplicación o un proceso se realiza en tiempo real cuando en dos puntos de la red los mismos se realizan en el mismo intervalo de tiempo o con un retardo aceptable o imperceptible (caso ideal), un ejemplo clásico podría ser una conversación telefónica, ésta se produce en tiempo real, ya que en los dos extremos la información llega al mismo tiempo (la información que se genera en un punto de origen de la línea se reproduce al mismo tiempo en el de destino y viceversa). En el caso de Internet, para que esto se realice eficientemente, se deben dar ciertas condiciones: ancho de banda suficiente, protocolos eficientes, equipamiento adecuado (módem, PC, conexión, etc.).

**Transmisión:** Técnica y procedimientos necesarios para que una conversación pueda alcanzar grandes distancias.

**Triple play:** En Telecomunicaciones, el concepto Triple Play se define como el empaquetamiento de servicios y contenidos audiovisuales (voz, Banda Ancha y Televisión).

**TCP Transmission Control Protocol:** Protocolo de Control de Transmisión, es un protocolo de comunicación orientado a conexión y fiable del nivel de transporte. El protocolo garantiza que los datos serán entregados en su destino sin errores y en el mismo orden en que se transmitieron. TCP da soporte a muchas de las aplicaciones más populares de Internet, incluidas HTTP, SMTP, SSH y FTP.

## U

**UDP User Datagram Protocol:** es un protocolo de nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas, permite el envío de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión.

**UIT:** Unión Internacional de Telecomunicaciones.

**Usuario:** Persona natural o jurídica consumidora de servicios de telecomunicaciones.

## V

**VDSL Very high bit-rate Digital Subscriber Line:** (DSL de muy alta tasa de transferencia), se trata de una tecnología de acceso a internet de Banda Ancha, que transmiten los impulsos sobre pares de cobre. Es una evolución del ADSL, que puede suministrarse de manera asimétrica (52 Mbit/s de descarga y 12 Mbit/s de subida) o de manera simétrica (26 Mbit/s tanto en subida como en bajada), en condiciones ideales sin resistencia de los pares de cobre y con una distancia nula a la central.

## X

**XDSL:** Tecnología que permite a los módems comunicarse a altas velocidades utilizando el cable telefónico, velocidades necesarias para transmisión de datos multimedia.

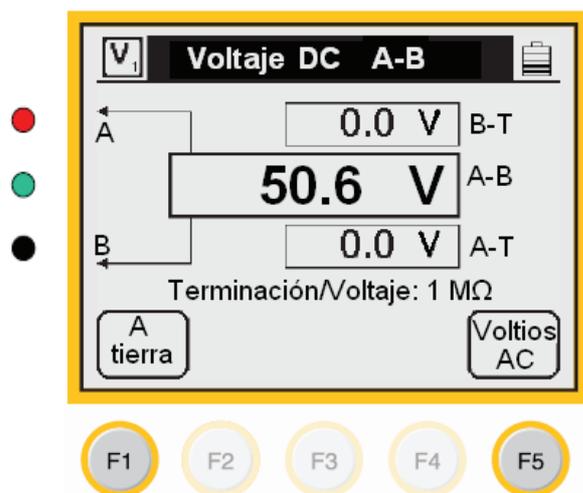
# *ANEXO A*

**VALORES NOMINALES (ÓPTIMOS) Y PRUEBAS DE LOS  
PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE  
ACCESO CON EL EQUIPO DE MEDICIÓN DYNATEL  
965DSP**





**VOLTAJE 1**– Se usa para medir voltajes en DC o AC en un par telefónico que se conecte entre las puntas de prueba de color negro, rojo (A y B) y verde (tierra). Permite detectar fallas como cruce de batería y medir los voltajes que se pueden presentar en las redes de telecomunicaciones.



#### Rango de Medición de Voltaje:

DC: 0 a 300 Voltios.

AC: 0 a 250 Voltios

#### Voltaje de operación normal de línea telefónica POTS:

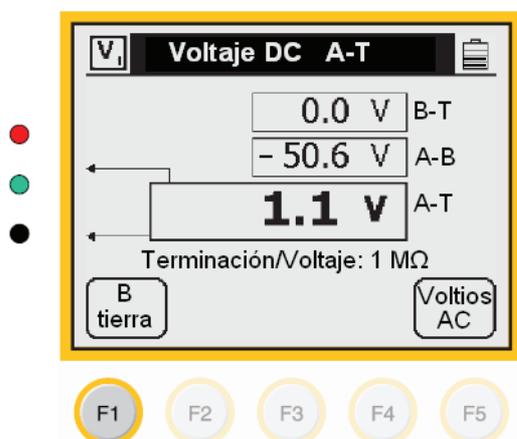
**A-B** 48 a 55 V.D

**A-T** 0 V.D

**B-T** 0 V.D

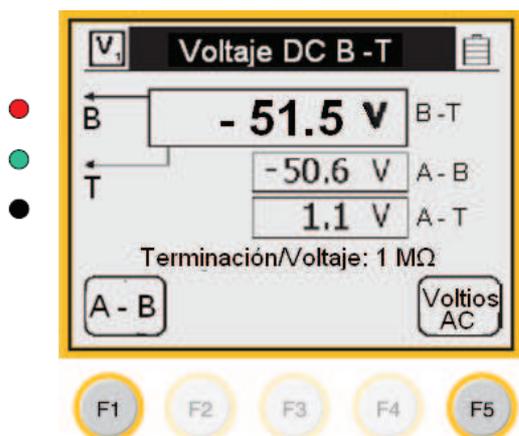
La tecla **F1** permite realizar la medición entre las tres puntas de prueba (A, B o TIERRA). La tecla **F5** da para seleccionar entre mediciones de voltaje AC o DC.

### Proceso para medir Voltajes DC entre A-T y B-T



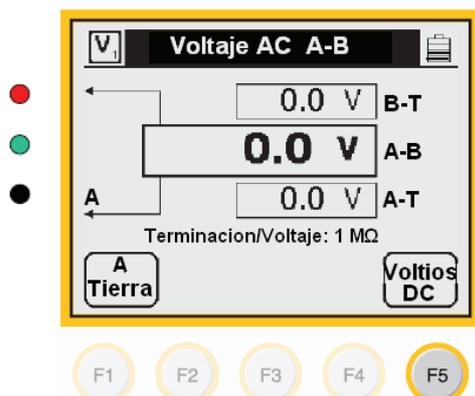
Después de medir el voltaje DC

entre A y B se presiona la tecla **F1** y se procede a medir el voltaje DC entre A y tierra.

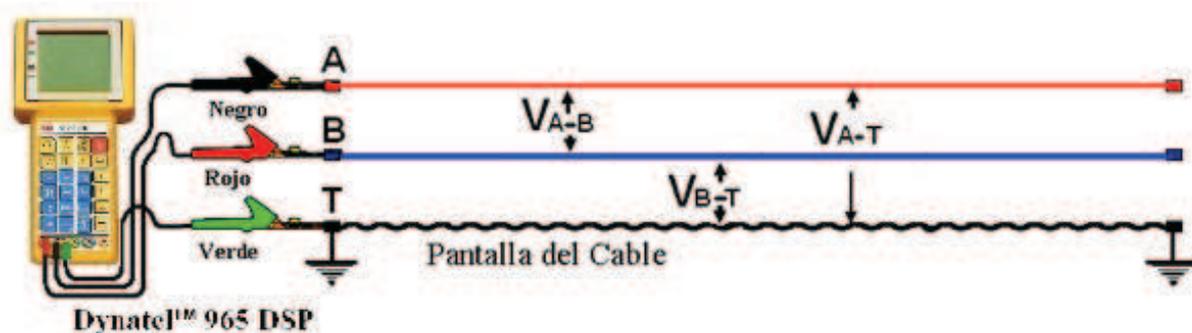


Al presionar la tecla **F1** de nuevo, se procede a medir el voltaje DC entre B y tierra. Las lecturas anteriores de voltaje DC permanecen en pantalla hasta que se haga una nueva prueba.

### Proceso para medir Voltajes AC entre A-B, A-T y B-T

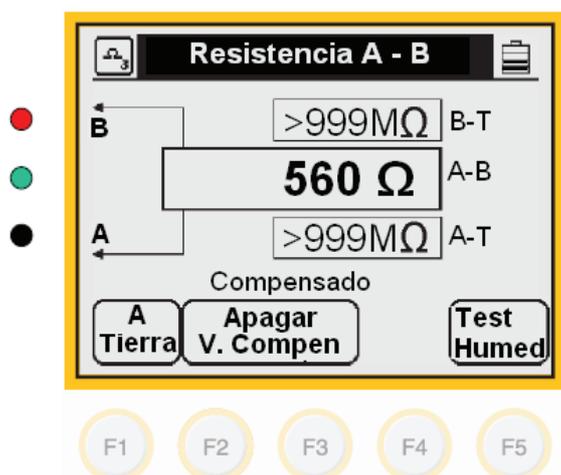


Al presionar la tecla **F5**, el equipo se configura para medir voltajes en AC. Inicialmente entre A y B y con el uso de la tecla **F1**, se realizan las mediciones de voltaje AC entre A-Tierra y B-Tierra. Al igual que las lecturas de voltaje DC, estas permanecen en pantalla hasta que se haga una nueva prueba.





**RESISTENCIA  $\Omega/3$** -Se usa para medir resistencia de bucle y/o la resistencia del aislamiento de un par (función de megger de bajo voltaje  $\leq 100$  Voltios, recomendado para mediciones de redes en servicio, para no causar interferencias o daños a los equipos instalados en la red).



#### Rango de Medición:

0 a 999 M $\Omega$ .

La medición de resistencia de bucle permite detectar fallas de continuidad (abiertos).

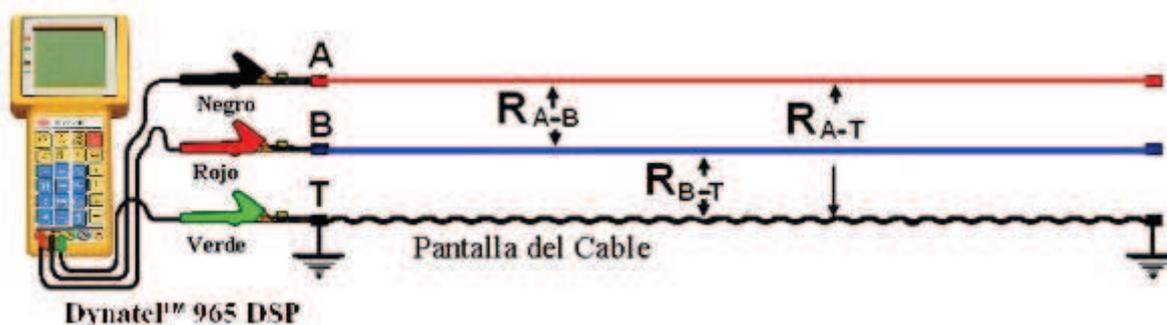
La resistencia de bucle de un par puede variar entre 1 $\Omega$  a 1300  $\Omega$ .

### Proceso para medir Resistencia de Bucle

Con la ayuda de un técnico situado en Distribuidor (Central Telefónica o Nodo), realizar un puente (corto) entre el los hilos del par de cobre (A y B)

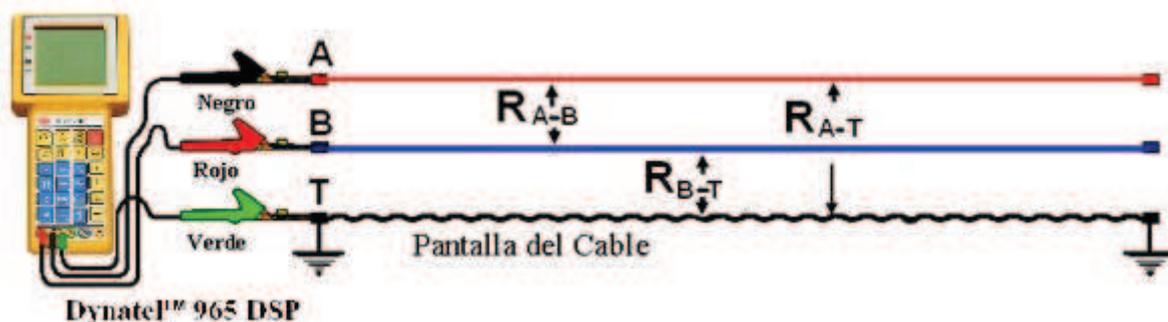


Puentear

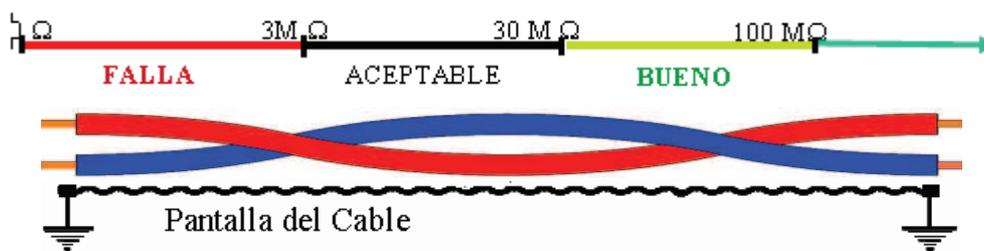


### Resistencia de aislamiento

La medición de resistencia de aislamiento permite detectar fallas resistivas como: corto, tierra o batería.

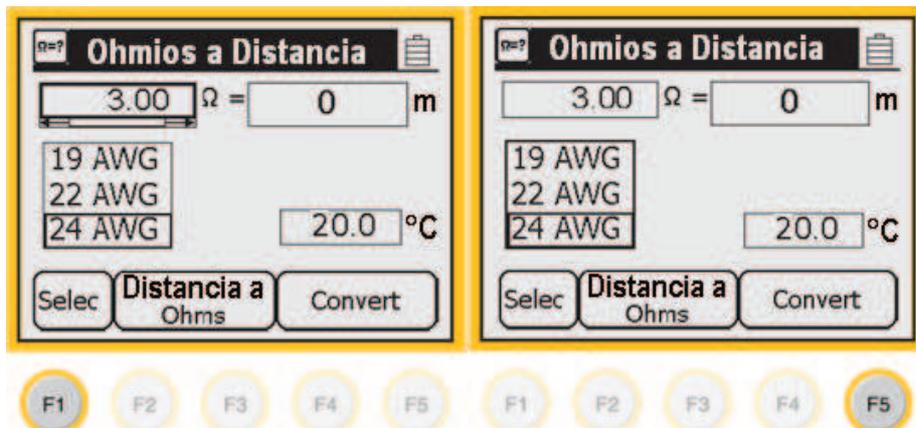


La resistencia de aislamiento para red en servicio debe ser suficientemente alta para evitar fugas a tierra o entre hilos.



### Convertir Ohmios a Distancia o Distancia a Ohmios





Ingrese el valor de la resistencia en Ohmios

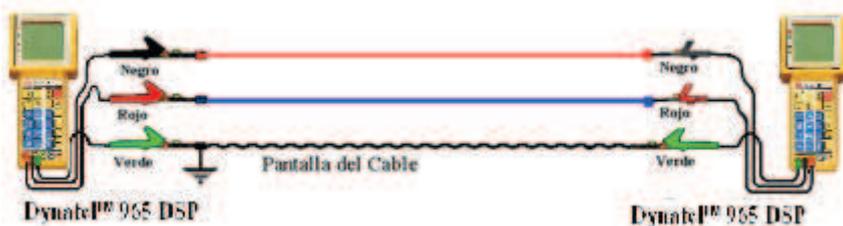
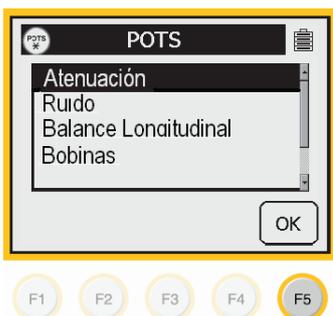
Use "Seleccionar" para escoger el calibre



Use "Seleccionar" para escoger temperatura

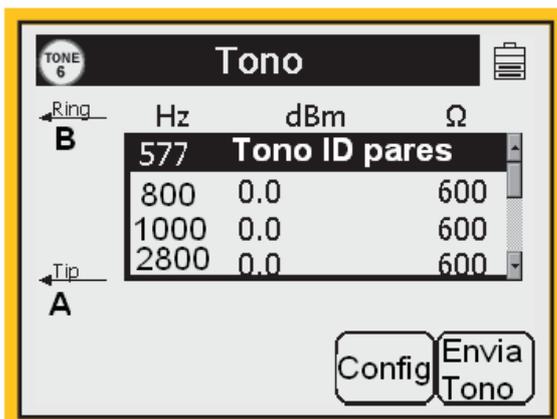
Use "F4 o F5" para convertir  $\Omega$  a Distancia

 **POTS** Las funciones de prueba que están disponibles dentro de la tecla POTS son: Pérdidas, Ruido, Balance longitudinal, contar bobinas de carga, contar timbres y nivel de trazo.





**Generador de Tono**- Se usa para enviar tonos para medición de pérdidas de señal en un par telefónico. Tonos de alta frecuencia para medir pérdida en un ancho de banda en el proceso de precalificar pares para servicios xDSL.



La función  [tono] es usada para enviar un tono por un par, las teclas  y  son usadas para seleccionar la frecuencia del tono que se requiere.

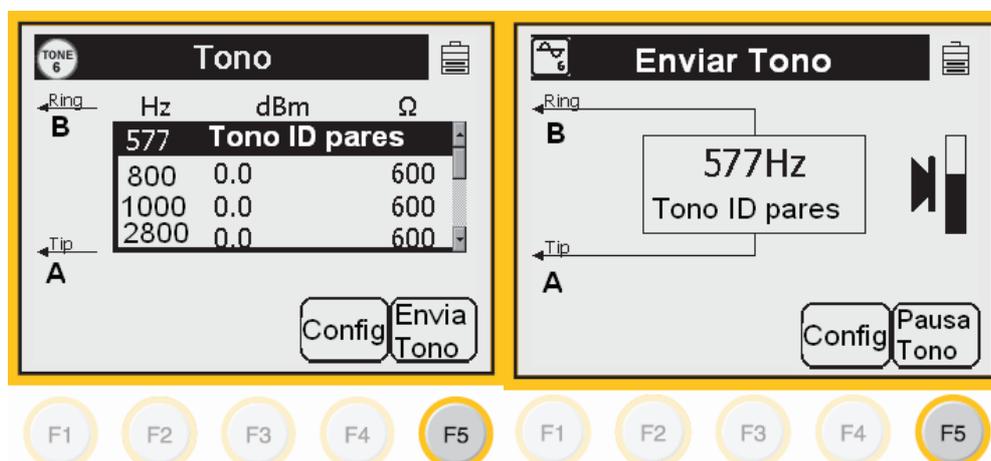
**TIPOS DE TONO DISPONIBLES:** Tonos sinusoidales continuos y tonos intermitentes. La frecuencia de los tonos se puede programar usando la opción de configuración.

**-El tono intermitente.**-es normalmente usado para identificación de pares en cables.

**-El tono continuo.**-(Sinusoidal) se usa para medir pérdidas de señal en el rango audible o pérdidas en Banda Ancha en un par.

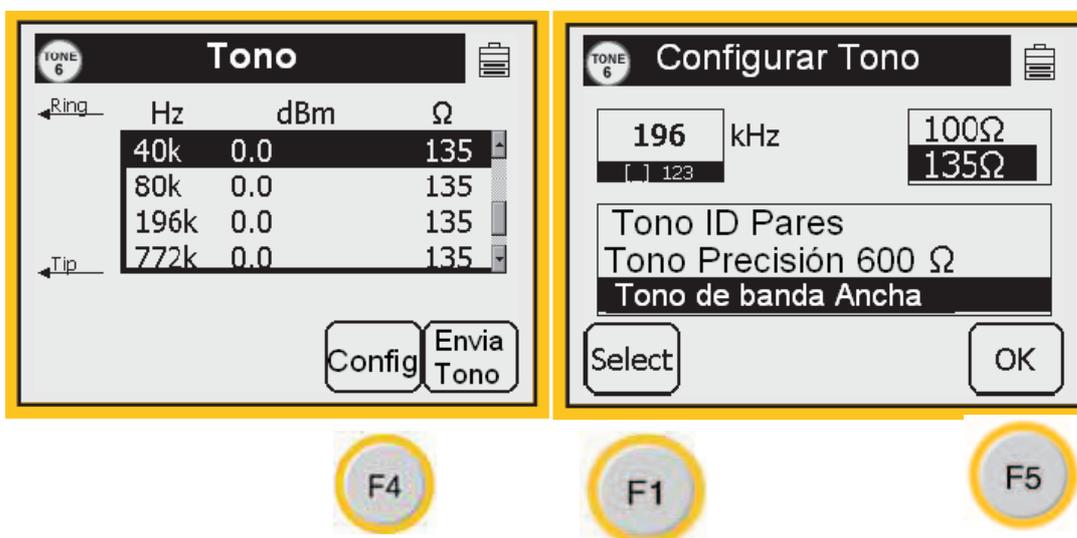


## Generador de Tono



Para enviar un tono de prueba o identificación de 577Hz. Basta seleccionarlo de la lista de tonos programados y presionar F5 para enviarlo.

Con  y  puede aumentar o disminuir el volumen del tono en el parlante del equipo (No el volumen del tono enviado)



Ring	Hz	dBm	Ω
	40k	0.0	135
	80k	0.0	135
	196k	0.0	135
Tip	772k	0.0	135

Config Envía Tono

196 kHz 100Ω  
123 135Ω

Tono ID Pares  
Tono Precisión 600 Ω  
Tono de banda Ancha

Select OK

F4 F1 F5

Para programar un tono de banda ancha, se presiona "Config" y con "Select" se escoge "Tono de banda Ancha", el valor de la frecuencia, la impedancia 100 o 135Ω y luego se acepta la configuración con "OK".



## Generador de Tono

Para llevar a cabo una prueba de Atenuación o pérdidas sobre un par telefónico, se realiza una conexión como la mostrada en la figura. Un equipo Transmite el tono de prueba y el otro equipo mide en el extremo opuesto la atenuación en el enlace y la frecuencia del tono enviado.



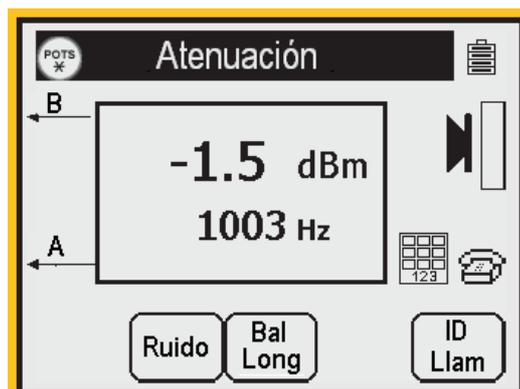
Para pruebas de atenuación en banda ancha, un equipo genera la señal  y el otro equipo mide la señal recibida usando la Opción “Perdidas en DSL” de la tecla 

Para pruebas de atenuación en banda vocal, un equipo genera la señal  y el otro equipo mide la señal recibida usando la Opción “Perdidas” incluida en la tecla 

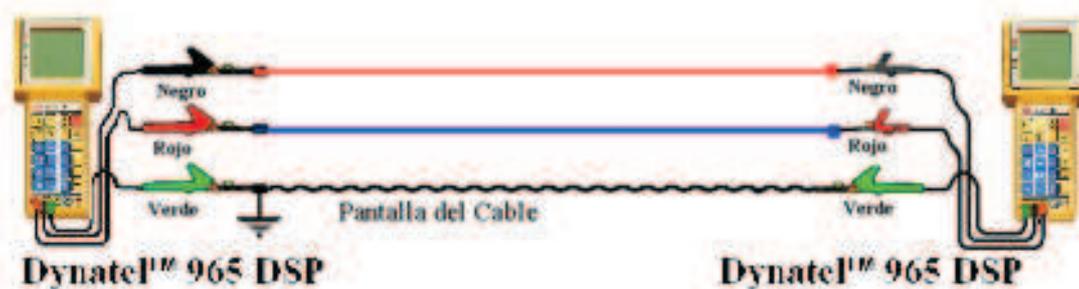


## Atenuación

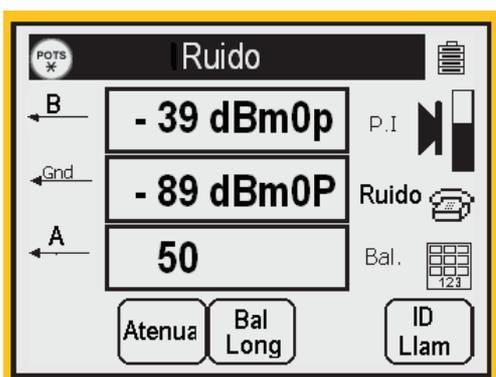
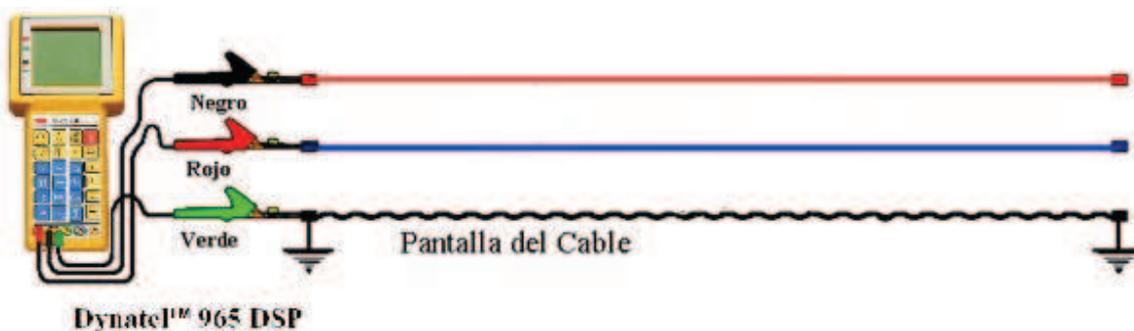
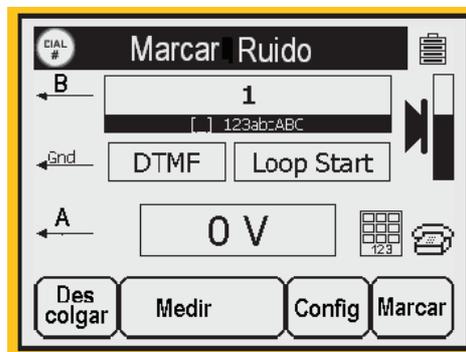
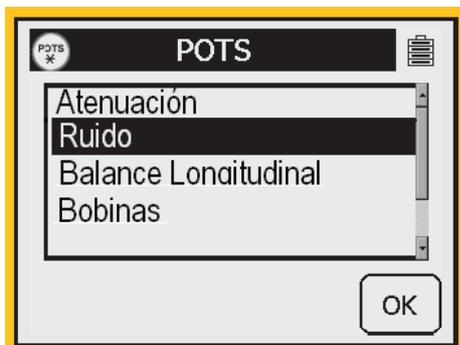
Se usa para determinar las pérdidas que se presentan en un par a las frecuencias de transmisión de un servicio POTS. Para esto se usó un generador de tono en el extremo opuesto del par que este en capacidad de generar un tono con una frecuencia específica de prueba en POTS.



Parametro	OK	Marginal	Falla
Balance	> 60 p	50-60	< 50 dBm
Perdidas	> 8.5	—	< 8.5 dBm
Ruido	< -70	-70 a -60	> -60 dBm0p
P.I.	< -10	-10 a 0	> 0 dBm0p

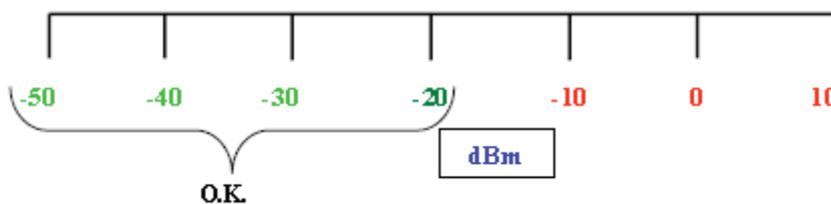


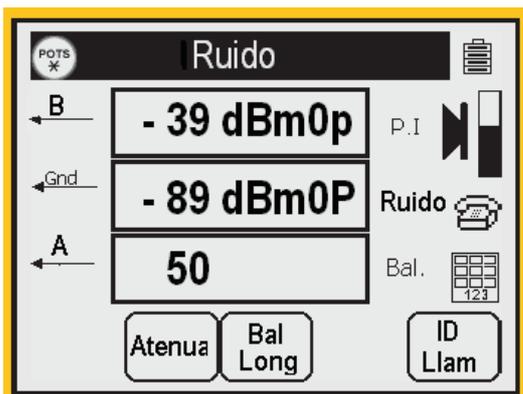
 **Ruido**



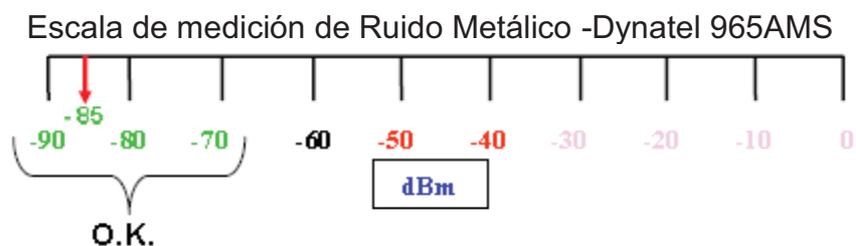
**Ruido a Tierra:** Ruido que se mide entre Tierra y los hilos A y B de un par en corto. El abonado no percibe el ruido a tierra pero este influye en el ruido metálico que el abonado oye. Se llama también Influencia de Potencia (PI) y se mide en dBm0p.

Escala de medición de Ruido a tierra -Dynatel 965AMS





**Ruido Metálico:** Ruido medido a lo largo de los hilos A y B de un circuito y que el abonado realmente escucha en la línea. Se llama también ruido del circuito y se mide en dBm0p.



## Dynatel 965DSP

A continuación se presentan algunas características y especificaciones técnicas del equipo de medición empleado.



## DYNATEL 965-DSP Analizador de loop de suscriptor

No. de Parte	Descripción
965DSP	Dynatel, localizador de fallas en cable de cobre de sistemas telefónicos

Característica 1	Característica 2	Característica 3	Característica 4
Permite mediciones de cableado telefónico desde un sólo extremo	Pruebas de tipo capacitivo, resistivo, TDR y pruebas de banda ancha	Con la unidad remota FED, puede realizar todo el paquete básico de pruebas de un sólo paso, en forma automática	Control en base a microprocesador

### Ventajas

- Equipo analizador de loop de suscriptor de cobre, con funcionalidad para pruebas, resistivas, capacitivas y pruebas de TDR.
- Voltaje CA/CD.
- Corriente (mA).
- Resistencia a tierra.
- Resistencia de aislamiento.
- Bajos aislamientos.
- Cruces, cortos, etc, y todas las pruebas de pareo básicas.
- Abiertos hasta a 30 Km.
- Generador de tono de prueba e identificación.
- Prueba de atenuación en línea viva.
- Medición de ruido a tierra y ruido metálico (modo común y modo diferencial).
- Funcionalidad como microteléfono.
- Localización y conteo de bobinas de carga.
- Pantalla LCD.
- Autocalibración.
- Puntas de pruebas intercambiables.
- Baterías recargables, opcional con baterías alcalinas tipo "AA".
- Puerto infrarrojo para descarga de datos y actualización de software.
- Peso total 1.93 Kg.
- Dimensiones: 25 x 10 x 6 cms.
- Temperatura de operación: -18° C a 60° C.
- Temperatura de almacenaje: -40° C a 75° C.

### Especificaciones Técnicas

- FCC parte 15 clase A.
- EN 55022.
- EN 55024-2.
- BELLCORE TSY 000078.
- RUS 1753F-201 (PC-4).

**3M** Innovación

# ***ANEXO B***

**PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN DE LA RED  
TELEFÓNICA DESPLEGADA DESDE LA CENTRAL  
MARISCAL SUCRE HACIA EL SECTOR LAS CASAS**

## DISTRITO # 21

RED MARISCAL

Distancia: 1980 m

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]	VOLTAJE		RESISTENCIA R [MΩ]	
					HILOS	DC [V]		
3190	18	543	-7	-85	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	22	544	-4,2	-81	AB	4,7	999	
					AT	0	999	
					BT	14	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	50	543	-7,7	-83	AB	0	999	
AT					0	999		
BT					0	358		
3191	15	545	-3,6	-82	AB	0	800	
					AT	29	690	
					BT	46	58	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	30	544	-3,2	-83	AB	0	999	
					AT	5,6	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	48	545	-3,7	-82	AB	0	999	
AT					0	999		
BT					0	999		
3192						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	15	545	-3,2	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	38	547	-3,6	-89	AB	0	646	
					AT	0	650	
					BT	0	791	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
41	547	-3,7	-90	AB	0	999		
				AT	53	999		
				BT	0	999		

					BI	U	1	
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]	
3195	15	551	-3,9	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	1,8	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	26	552	-4	-88	AB	1	162	
					AT	0	49	
					BT	0	216	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	41	552	-3,7	-87	AB	0,5	999	
AT					1,5	999		
BT					0	999		

## DISTRITO # 21A

RED MARISCAL

Distancia: 2090 m

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]		VOLTAJE	RESISTENCIA	
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]	
3187	20	530	-3,8	-89	AB	2,5	999	
					AT	44	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	21	569	-3,8	-87	AB	8	505	
					AT	0	202	
					BT	32	435	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	45	580	-3,6	-90	AB	1	846	
AT					0	684		
BT					1	412		

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACION [dBm]	S/N [dBm]		VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]	
					HILOS			
3188	35	685	-7,2	-59	AB	0	773	
					AT	0	593	
					BT	0	331	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	36	578	-4	-86	AB	0	999	
					AT	17	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	45	585	-4,5	-88	AB	1,5	622	
					AT	0	570	
					BT	0	225	

### 2.3.3 DISTRITO # 23

RED MARISCAL

Distancia: 1300 m

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACION [dBm]	S/N [dBm]		VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]	
					HILOS			
34	10	337	-2,5	-90	AB	0	858	
					AT	0	742	
					BT	48	652	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	22	369	-2,5	-90	AB	0	229	
					AT	0,5	608	
					BT	32	0,45	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	31	355	-2,5	-90	AB	0	565	
					AT	43	768	
					BT	43	120	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
20	344	-2,3	-71	AB	0	18		
				AT	1	11		
				BT	1	9		

	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACION [dBm]	S/N [dBm]	HILOS	VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]
122	41	352	-2,5	-82	AB	47,4	154
					AT	45	54
					BT	1,7	848
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
150	47	345	-2,4	-80	AB	46	581
					AT	0	89
					BT	1	645
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
150	19	332	-2,3	-90	AB	0	35
					AT	1	30
					BT	0	4
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
150	30	335	-2,5	-90	AB	1,5	53
					AT	0	45
					BT	2	9
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
150	43	334	-2,3	-90	AB	1	40
					AT	0	38
					BT	17	0,28
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
151	10	336	-4,1	-82	AB	0	141
					AT	10	285
					BT	4,9	87
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
151	20	337	-6,5	-77	AB	2	45
					AT	0	13
					BT	3	2
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
151	45	335	-5,7	-79	AB	1	21
					AT	2,4	19
					BT	1,8	0,47

	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]		VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]	
					HILOS			
205	25	365	-2,5	-88	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	45	371	-2,6	-90	AB	1	781	
					AT	0	888	
BT					0	661		
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]	
3069	1	350	-2,4	-90	AB	0	783	
					AT	0	999	
					BT	0	385	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	11	349	-2,4	-89	AB	0	670	
					AT	0	209	
BT					1	409		
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]	
30	365	-2,5	-90	AB	0	887		
				AT	0	809		
				BT	0	656		

### DISTRITO # 23A

RED MARISCAL

Distancia: 1475 m

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]		VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]	
					HILOS			
3633	5	403	-2,7	-90	AB	0	999	
					AT	13	999	
					BT	17	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	10	409	-2,7	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
BT					0	999		

	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACION [dBm]	S/N [dBm]		VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]
					HILOS		
	45	405	-2,6	-90	AB	0	999
					AT	0	999
					BT	0	890
3634					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	5	410	-2,7	-90	AB	0	999
					AT	0	777
					BT	0	828
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	18	409	-2,7	-90	AB	0	999
					AT	0	999
					BT	0	999
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	45	409	-2,6	-90	AB	0	999
					AT	0	999
					BT	0	999
3635					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	10	410	-2,7	-90	AB	7	999
					AT	11	999
					BT	19	999
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	20	409	-2,7	-89	AB	1	1
					AT	0	1
					BT	0	542
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	45	410	-2,6	-89	AB	0	10
					AT	1	775
					BT	0	820
3636					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	10	410	-2,8	-90	AB	0	2
					AT	0	840
					BT	0	999
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	30	410	-2,8	-90	AB	0	1
					AT	0	999
					RT	0	999

	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]		VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]	
					HILOS			
3638	45	410	-2,8	-90	AB	0	900	
					AT	0	822	
					BT	0	245	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	7	410	-2,7	-90	AB	0	3	
					AT	0	728	
					BT	0	886	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	20	409	-2,8	-90	AB	0	14	
AT					0	824		
BT					0	901		
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]	
40	410	-2,7	-90	AB	0	1		
				AT	0	851		
				BT	0	936		

**DISTRITO # 80B**

RED MARISCAL

Distancia: 1750 m

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]		VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]
					HILOS		
	23	472	-3,1	-90	AB	0	999
					AT	44	999
					BT	0	999

	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]	HILOS	VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]
3669	49	472	-3,1	-90	AB	0	999
					AT	0	850
					BT	0	999
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
3670	50	472	-3,1	-90	AB	0	999
					AT	0	999
					BT	0	550
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
3670	10	472	-3,1	-90	AB	0	999
					AT	0	999
					BT	0	999
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	49	473	-3,2	-87	AB	0	240
					AT	0,1	123
BT					0	258	
				HILOS	DC [V]	R [MΩ]	
50	472	-3,1	-90	AB	0	112	
				AT	0	65	
				BT	0	148	
				HILOS	DC [V]	R [MΩ]	
3671	18	474	-3,1	-90	AB	0	999
					AT	0	999
					BT	0	999
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	19	474	-3,1	-90	AB	0	999
					AT	0	800
BT					0	999	
				HILOS	DC [V]	R [MΩ]	
49	473	-3,1	-90	AB	0,5	16	
				AT	1,7	5	
				BT	1,3	6	
				HILOS	DC [V]	R [MΩ]	
	10	472	-3,1	-90	AB	0	999
					AT	0	999
					BT	0	999
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]

	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]		VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]
					HILOS		
3673	19	475	-3,1	-90	AB	0	420
					AT	0	999
					BT	0	140
		HILOS	DC [V]	R [MΩ]			
3674	20	474	-3,1	-90	AB	0	999
					AT	0	999
					BT	0	999
		HILOS	DC [V]	R [MΩ]			
3674	14	471	-3,1	-90	AB	0	999
					AT	0	999
					BT	0	999
		HILOS	DC [V]	R [MΩ]			
	15	471	-3,1	-90	AB	0	999
					AT	0	999
BT					0	999	
	HILOS	DC [V]	R [MΩ]				
17	471	-3,1	-90	AB	0	999	
				AT	0	999	
				BT	0	999	
	HILOS	DC [V]	R [MΩ]				
3675	19	474	-3,1	-90	AB	0	999
					AT	0	870
					BT	0	700
		HILOS	DC [V]	R [MΩ]			
	25	475	-3,1	-90	AB	0	223
					AT	0	160
BT					0	200	
	HILOS	DC [V]	R [MΩ]				
28	475	-3,1	-90	AB	0	400	
				AT	0	350	
				BT	0	250	
	HILOS	DC [V]	R [MΩ]				
	8	474	-3,1	-90	AB	0	800
					AT	0	600

	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACION [dBm]	S/N [dBm]	HILOS	VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]
3677	34	477	-3,1	-90	AB	0	680
					AT	1,5	760
					BT	1,9	560
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	36	473	-3,1	-90	AB	0	370
					AT	0	520
					BT	0	126
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
3678	12	471	-3,1	-90	AB	0	651
					AT	0,1	193
					BT	0	999
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	20	470	-3,1	-90	AB	0	999
					AT	0	680
					BT	0	999
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	41	471	-3,1	-90	AB	0	800
					AT	24	430
					BT	0	999

**DISTRITO # 80D**

RED MARISCAL

Distancia: 1800 m

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACION [dBm]	S/N [dBm]	HILOS	VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]
	11	492	-3,2	-90	AB	0	524
					AT	51	863
					BT	50	684
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
3615	30	490	-3,2	-90	AB	0	999
					AT	1	999
					BT	1	999
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	45	485	-3,2	-90	AB	0	405
					AT	0	999
					BT	0	999

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACION [dBm]	S/N [dBm]	HILOS	VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]	
3517	10	481	-3,2	-90	AB	0	803	
					AT	0	748	
					BT	0	587	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	24	480	-3,2	-90	AB	0	15	
					AT	0	521	
					BT	0	815	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	43	487	-3,2	-90	AB		999	
AT						1		
BT						446		
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]	
3618	10	335	-3,2	-90	AB	0	1	
					AT	0	999	
					BT	0	1	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	26	415	-3,2	-90	AB	0	1	
					AT	0	858	
					BT	0	861	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	45	388	-3,2	-90	AB	0	822	
AT					0	10		
BT					0	702		

### DISTRITO # 80E

RED MARISCAL

Distancia: 1920 m

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]	HILOS	VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]
3651	10	563	-3,7	-87	AB	0,5	999
					AT	0	999
					BT	0	999
						HILOS	DC [V]
17	560	-3,7	-85	AB	0	999	
				AT	13	999	
				BT	0	999	

	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACION [dBm]	S/N [dBm]	HILOS	VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]
	20	562	-3,7	-83	AB AT BT	0 0 0	237 999 917
3652					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	10	561	-3,7	-85	AB AT BT	0 0 0	999 999 999
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	20	565	-3,7	-99	AB AT BT	0 0 0	999 999 999
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	40	560	-3,7	-87	AB AT BT	2,5 50 2,3	999 999 999
3653					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	1	562	-3,7	-87	AB AT BT	0 0 0	999 999 999
					HILOS	DC [V]	R [Ω]
	10	562	-3,7	-85	AB AT BT	0 0 0	999 999 999
					HILOS	DC [V]	R [Ω]
	20	562	-3,7	-90	AB AT BT	0 0 0	999 999 999
				HILOS	DC [V]	R [Ω]	

	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACION [dBm]	S/N [dBm]	HILOS	VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]
	39	564	-3,7	-90	AB	10	999
					AT	4	999
					BT	0	999
3858					HILOS	DC [V]	R [Ω]
	1	561	-3,6	-87	AB	0	999
					AT	0	999
					BT	0	999
					HILOS	DC [V]	R [Ω]
	10	560	-3,6	-88	AB	0	999
					AT	0	999
					BT	0	999
					HILOS	DC [V]	R [Ω]
	20	563	-3,7	-90	AB	1,2	999
					AT	0	999
					BT	0	999

## DISTRITO # 80F

RED MARISCAL

Distancia: 1700 m

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACION [dBm]	S/N [dBm]	HILOS	VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]
	10	497	-3,3	-90	AB	0	999
					AT	0	999
					BT	0	999
3857					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	13	497	-3,3	-90	AB	0	999
					AT	0	999
					BT	0	999
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	34	498	-3,3	-90	AB	0	999
					AT	0	999
					BT	0	999

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACION [dBm]	S/N [dBm]	RESISTENCIA			
					HILOS	VOLTAJE DC [V]	R [MΩ]	
3659	15	501	-3,3	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	20	496	-3,2	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	45	499	-3,3	-90	AB	0	999	
AT					0	999		
BT					0	999		
3660						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	18	499	-3,3	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	30	500	-3,4	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
45	499	-3,2	-90	AB	0	999		
				AT	0	999		
				BT	0	999		

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]		VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]	
					HILOS			
3663	7	498	-3,2	-90	AB	0	999	
					AT	0	870	
					BT	0	700	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	14	498	-3,2	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	700	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	17	497	-3,2	-90	AB	0	999	
AT					0	880		
BT					1	800		
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]	
3668	4	498	-3,2	-90	AB	0,3	170	
					AT	0,1	930	
					BT	1	28	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	23	497	-3,2	-90	AB	0	250	
					AT	0	950	
					BT	42	150	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	45	495	-3,2	-81	AB	0,1	530	
AT					0	999		
BT					0,2	300		

## DISTRITO # 81

RED MARISCAL

Distancia: 2000 m

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]		VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]	
					HILOS			
3537	8	599	-3,8	-89	AB	0	1	
					AT	0	851	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	20	598	-4	-88	AB	1	1,5	
					AT	0	889	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	45	599	-3,9	-89	AB	0	1	
AT					1	901		
BT					1	999		

	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]	HILOS	VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]
3538	20	598	-3,9	-88	AB	0	14
					AT	1,4	748
					BT	0	901
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
3539	8	598	-3,9	-90	AB	0	150
					AT	0	821
					BT	30	656
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
3539	22	598	-3,9	-82	AB	0	15
					AT	48	891
					BT	0	999
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
3540	27	598	-3,9	-90	AB	0	0,27
					AT	0	999
					BT	0	999
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
3540	1	597	-8,1	-79	AB	44	1,3
					AT	0	999
					BT	0	999
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
3540	25	598	4,5	-81	AB	1	0,72
					AT	0	999
					BT	0	999
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
3540	50	597	-3,9	-80	AB	0	4
					AT	0	999
					BT	0	999
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
3540	10	601	-3,8	-82	AB	0	11
					AT	0	891
					BT	0	999

3542	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]	HILOS	VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]
	25	599		-3,6	-82	AB	0
AT						0	999
BT						0	999
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
49	607		-3,8	-89	AB	0	3,33
					AT	0	999
					BT	0	999

### DISTRITO # 81A

RED MARISCAL

Distancia: 2150 m

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]	HILOS	VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]	
	3531	8	630	-4	-90	AB	2	470
AT						0	999	
BT						8	5	
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]	
30		635		-4,2	-89	AB	1	353
						AT	0	891
	BT					1	1	
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]	
50	640		-4	-90	AB	0	622	
					AT	0	999	
					BT	0	11	
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]	
3532	10	630	-4,5	-89	AB	1	0,82	
					AT	0	11	
					BT	1	1,3	
						HILOS	DC [V]	R [Ω]
	36	628		-4,9	-86	AB	53	1733
						AT	0	735
BT						52	805	
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]	

	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]	HILOS	VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]
44	630	-4,2	-88	AB	0	1,4	
				AT	0	4	
				BT	0	11	
					HILOS	DC [V]	R [kΩ]
3	630	-4	-89	AB	0	2540	
				AT	4,6	868	
				BT	0	765	
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
27	628	-4	-90	AB	0	1	
				AT	4,6	2	
				BT	0	3	
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
45	628	-4,7	-82	AB	1	6,5	
				AT	2	3,3	
				BT	1	2,1	
					HILOS	DC [V]	R [Ω]
10	636	-8,3	-83	AB	45	1453	
				AT	3	548	
				BT	48	581	
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
30	630	-4,5	-82	AB	0	0,082	
				AT	0	1,5	
				BT	1	1,7	
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
50	635	-4,6	-89	AB	5	0,11	
				AT	1	2,4	
				BT	2,5	645	

## DISTRITO # 82

RED MARISCAL

Distancia: 2500 m

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]	HILOS	VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]
3569	10	736	-4,5	-90	AB	1	999
					AT	2	14
					BT	1	999
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
22	740	-4,2	-89	AB	1,3	768	
				AT	2,3	223	
				BT	16,2	624	
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]
42	735	-4,7	-90	AB	5	999	
				AT	20	1	
				BT	1	999	

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACION [dBm]	S/N [dBm]	RESISTENCIA			
					HILOS	VOLTAJE DC [V]	R [MΩ]	
3570	10	738	-4,7	-90	AB	1	999	
					AT	0	10	
					BT	1	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	25	736	-4,6	-89	AB	0	686	
					AT	0	128	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	45	738	-4,7	-90	AB	0	137	
AT					0	2		
BT					1,4	656		
3571						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	20	740	-4,6	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	47	736	-4,6	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
49	738	-4,7	-89	AB	0	999		
				AT	0	999		
				BT	2	999		
3572						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	10	738	-4,7	-89	AB	0	898	
					AT	0	999	
					BT	1	999	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	26	736	-4,6	-90	AB	0	999	
					AT	0	999	
					BT	0	801	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
45	736	-4,7	-90	AB	0	658		
				AT	1	999		
				BT	1	566		

LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]				
					HILOS	VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]	
3574	17	735	-4,6	-89	AB	0	108	
					AT	0	20	
					BT	0	15	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	41	710	-4,6	-89	AB		256	
					AT		2	
BT						2		
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]	
46	730	-4,7	-80	AB	0	92		
				AT	0	61		
				BT	0	59		
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]	
3575	10	736	-4,6	-88	AB	0	865	
					AT	0	687	
					BT	0	813	
						HILOS	DC [V]	R [kΩ]
	30	725	-4,6	-82	AB	0	846	
					AT	0	681	
BT					0	766		
					HILOS	DC [V]	R [kΩ]	
46	736	-4,7	-90	AB	0	650		
				AT	1	854		
				BT	1	863		
					HILOS	DC [V]	R [kΩ]	
3576	10	736	-4,7	-86	AB	2,3	684	
					AT	5	765	
					BT	1	782	
						HILOS	DC [V]	R [kΩ]
	25	736	-4,5	-83	AB	4	834	
					AT	28	729	
BT					11	2000		
					HILOS	DC [V]	R [MΩ]	
45	736	-4,6	-89	AB	0	864		
				AT	5	984		
				BT	3,5	633		

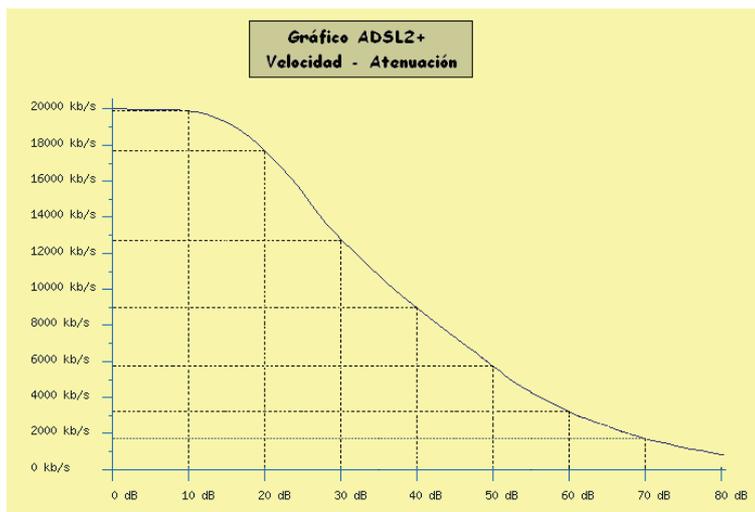
LISTON	PAR	BUCLE [Ω]	ATENUACIÓN [dBm]	S/N [dBm]	HILOS	VOLTAJE DC [V]	RESISTENCIA R [MΩ]	
3578	10	725	-4,6	-89	AB	0	1,1	
					AT	0	27	
					BT	0	14	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	24	711	-4,7	-89	AB	0	0,89	
					AT	0	18	
					BT	0	1	
						HILOS	DC [V]	R [MΩ]
	45	730	-4,7	-90	AB	0	0,58	
					AT	1	10	
BT					0	3		

# *ANEXO C*

**VALORES NOMINALES (ÓPTIMOS) Y PRUEBAS DE  
TRANSMISIÓN EN LÍNEAS CON MÓDEM DSL  
DESDE EL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN ADSL**

**DSL (PRUEBAS DE LÍNEAS DE ABONADO DSL):** Las pruebas de transmisión en líneas con módem DSL incluyen: Atenuación en DSL y Ruido DSL. El objeto de estas pruebas es determinar cómo estos parámetros pueden afectar en una línea telefónica con el servicio de banda ancha, y junto a las pruebas eléctricas de la red de acceso determinar las conclusiones del caso, y de esta manera determinar los posibles problemas en la red y proponer soluciones y mejoras.

ADSL Zone<sup>u</sup> ha publicado en su portal web la siguiente gráfica (ver Figura C-1):



**Figura C-1.** Gráfica ADSL2+. Velocidad - Atenuación

Retomando el tema de interés, el Departamento de Gestión DSL cuenta con una plataforma que permite realizar las gestiones de configuración necesarias en los DSLAM de acceso. Una utilidad de tantas que puede brindar esta plataforma es de mantener una comunicación estable con los equipos terminales (módems) del lado del usuario y así poder extraer los datos de interés para el presente proyecto, en este caso el poder determinar parámetros como: atenuación, margen de ruido, velocidad de transmisión actual, máxima velocidad de transmisión configurable, entre otros.

Los datos necesarios de cada línea habilitada con el servicio DSL, previo a la realización de las pruebas en ésta plataforma son: Shelf, Regleta, Par de la regleta, Slot y Puerto del Slot. Estos datos fueron proporcionados por el mismo Departamento de Gestión DSL, y se muestran agregados junto a las pruebas que se va a realizar a continuación. (Resultados que se presentan en el ANEXO D).

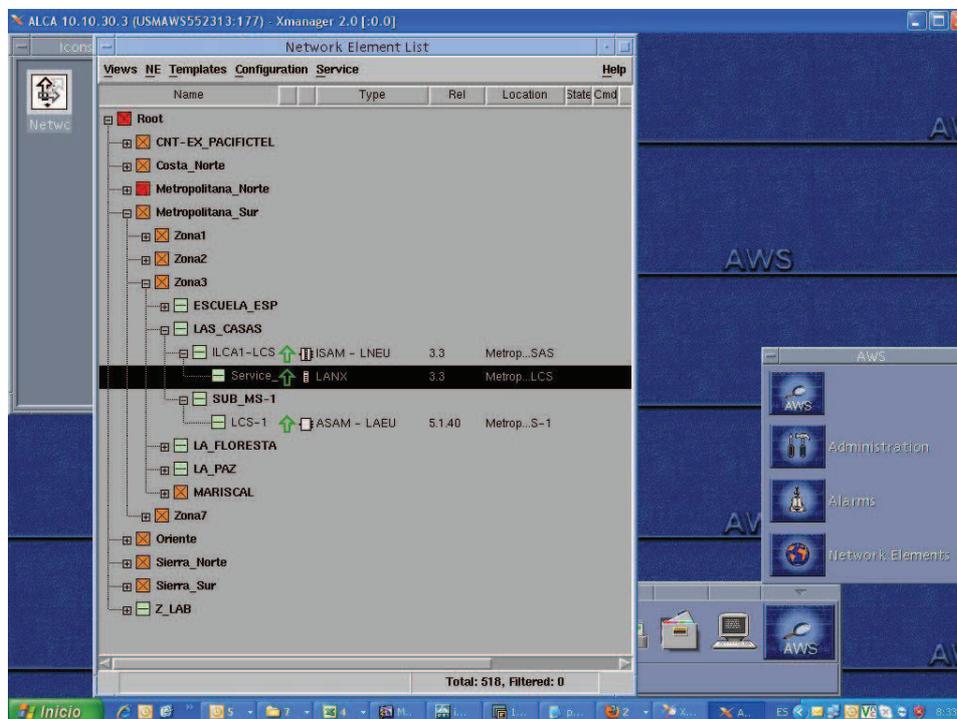
Dentro de la Plataforma de Gestión se puede visualizar la tecnología que corresponde al DSLAM de acceso instalado en el NODO de acceso LAS CASAS.

Y en este punto se presentan 2 casos:

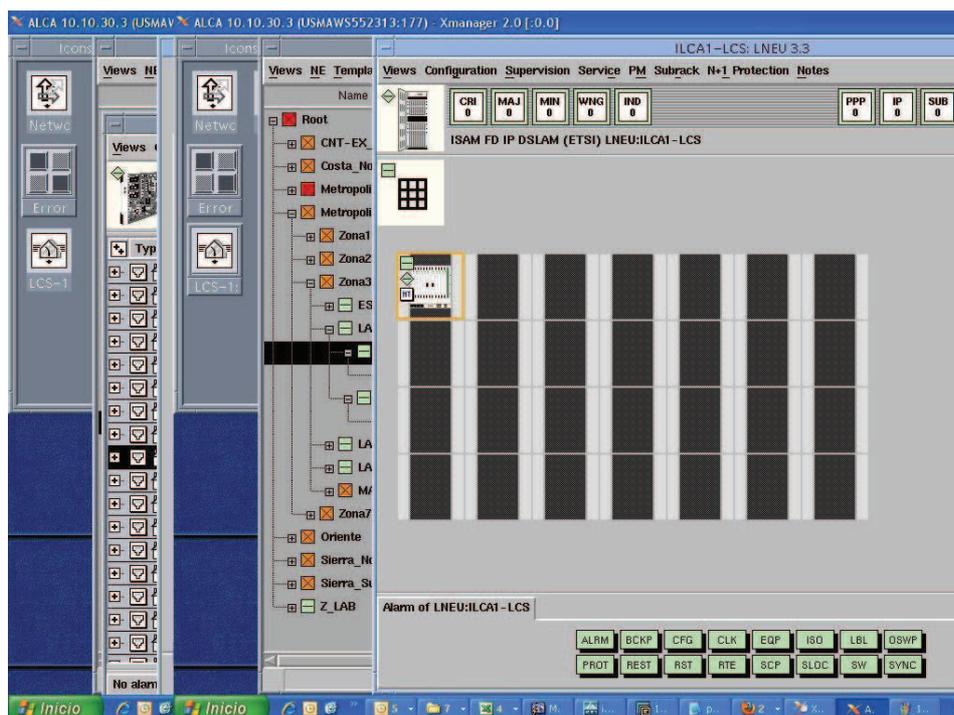
<sup>u</sup> ADSL Zone es un portal de sobre banda ancha, ADSL y tecnología.

## 1. Tecnología IP, llamado ISAM - ILCA1 (IPDSLAM)

Seleccionar el Nodo de Acceso



Seleccionar el Shelf



Seleccionar el puerto del Slot

ALCA 10.10.30.3 [USMAV ALCA 10.10.30.3 (USMAWS552313:177) - Xmanager 2.0 [.0.0]

Network Element List

ILCA1-LCS: LNEU 3.3

Views Configuration Supervision Service PM Port Connection Test

Multi-ADSL Line Termination Board View (NALT-C) : Slot: R1.S1.LT4

Type	Id	Customer	Alarm Status	States
+	1		☑	...
+	2	796767-72257038	☑	...
+	3	964072-23203716	☑	...
+	4	967036-23204118	☑	...
+	5	966653-23203018	☑	...
+	6	964761-23203901	☑	...
+	7	701079-23201771	☑	...
+	8	968017-23203631	☑	...
+	9	536164_23202192	☑	...
+	10	700808-23204018	☑	...
+	11	968707-23200598	☑	...
+	12	700132-23202902	☑	...
+	13	764602_23203448	☑	...
+	14	762953_23200999	☑	...
+	15	968629-23202409	☑	...
+	16	749565-23202771	☑	...
+	17	715750-23201329	☑	...

No alarm status selected

En la pestaña “Line” se muestran los parámetros de: atenuación, margen de ruido, potencia de salida, y otros parámetros, y

En la pestaña “Line” se muestran los parámetros de: Velocidad de transmisión actual, máxima velocidad de transmisión configurable y otros parámetros.

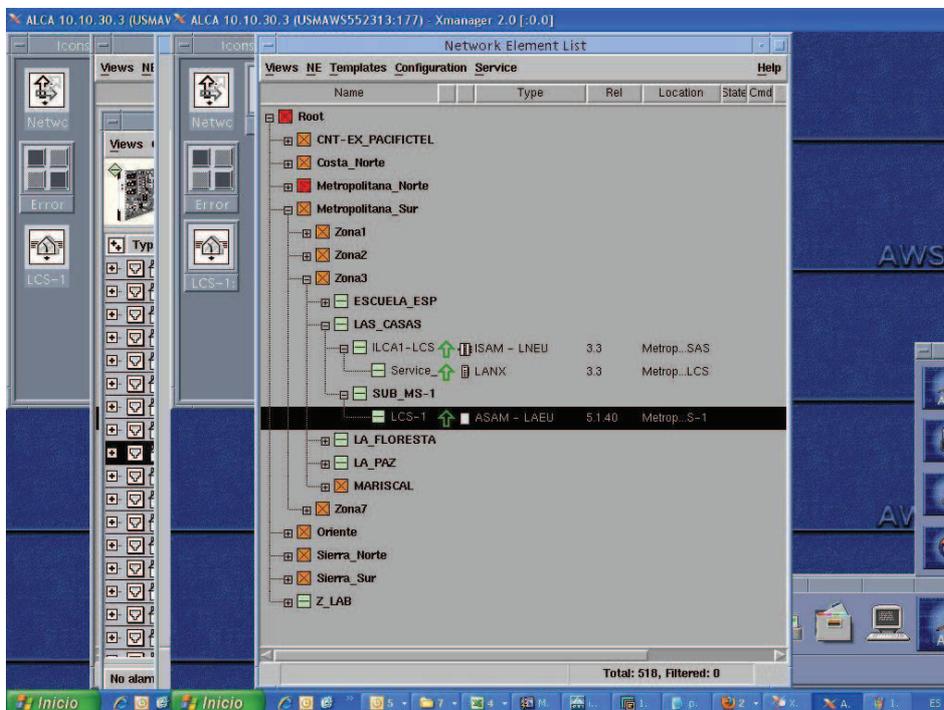
The screenshot shows the Xmanager 2.0 interface for the 'Line' tab of an XDSL port. The port name is 'XDSL-Port: R1.S1.LT4.8' and the customer ID is '568017-23203631'. The administrative state is 'Locked'. The 'Actual Line Status' table is displayed below the tabs.

	XTU-C	XTU-R
Operational State	Enabled	-
Last Change Date	2010/03/26 14:24:32	-
Relative Occupation	16% (Up)	23% (Down)
Loop Attenuation	20.4 dB (Up)	37.0 dB (Down)
Signal Attenuation	20.0 dB (Up)	37.0 dB (Down)
Noise Margin	35.3 dB (Up)	25.8 dB (Down)
Output Power	3.1 dBm (Down)	11.9 dBm (Up)
Actual PSD	-51.6 dBm/Hz (Down)	-38.0 dBm/Hz (Up)
Highest Frequency	0 KHz (Up)	0 KHz (Down)
Electrical Length	0.0 dB @ 1 MHz (Used)	0.0 dB @ 1 MHz (Estimated)
Timing Advance	0 ns (Corrected)	0 ns (Proposed)
Power Management State	L0 (Synchronized)	-

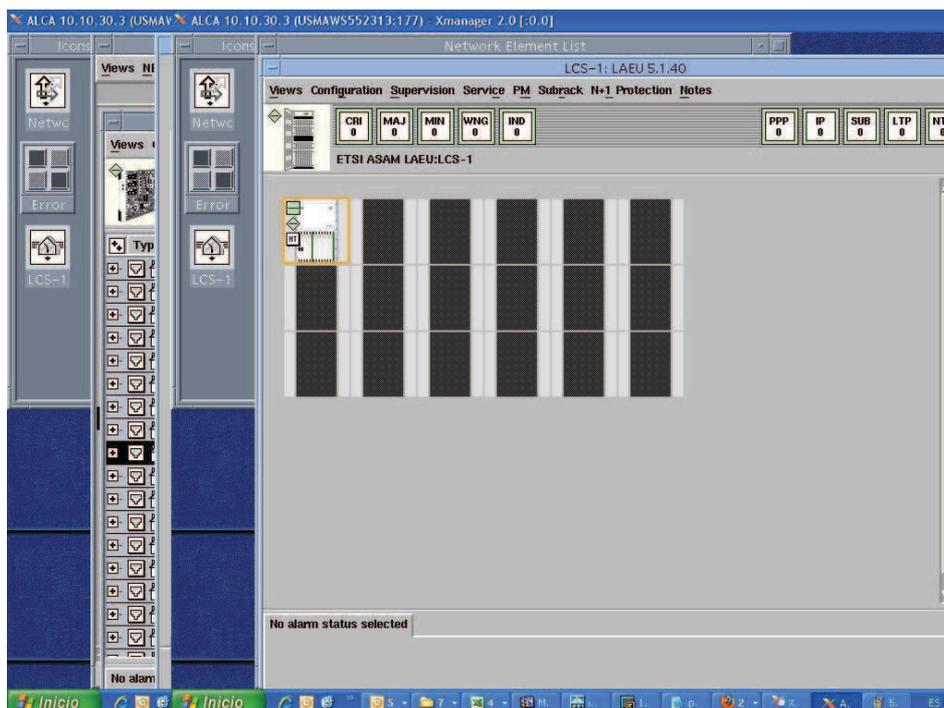
Below the table, there are buttons for 'Show XTU-C' and 'Show XTU-R'. The 'Alarms' section shows 'Alarm State' as 'No alarm'.

## 2. Tecnología ATM, llamado ASAM - ALCA1 (DSLAM)

Seleccionar el Nodo de Acceso



Seleccionar el Shelf



Seleccionar el puerto del Slot

ALCA 10.10.30.3 (USMAV) ALCA 10.10.30.3 (USMAWS552313:177) - Xmanager 2.0 [:0.0]

Network Element List

LCS-1: LAEU 5.1.40

Views Configuration Supervision Service PM Port Connection Test

CRI 0 MAJ 0 MIN 0 WNG 0 IND 0 PPP 0 IP 0 SUB 0 LTP 0 NTP 0

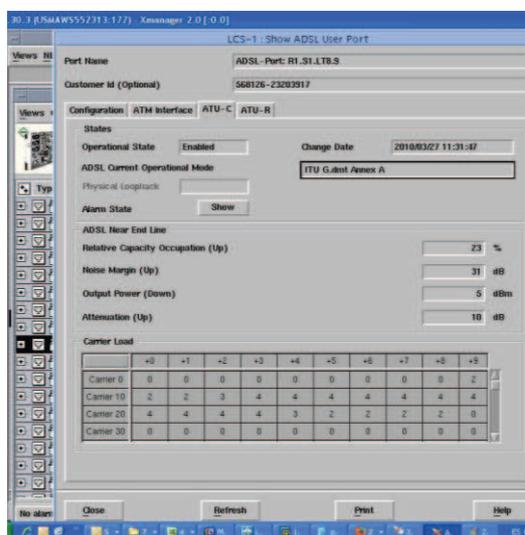
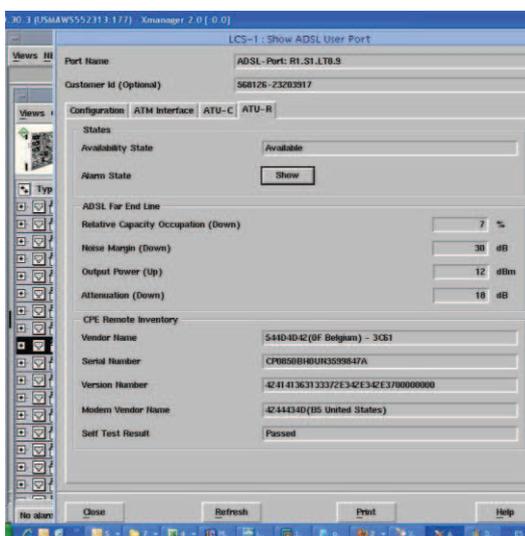
ADSL Line Termination Board View (ADLT-L) : Slot: R1.S1.LT8

Type	Id	Customer	Alarm Status	States
+	1	541872-3203279	✓	.....
+	2	570002-23200210	✓	.....
+	3	807258-S/N	✓	.....
+	4	530891-3200443	✓	.....
+	5	530891-3200443	✓	.....
+	6	569781-23201003	✗	.....
+	7	541917-23203843	✓	.....
+	8	434435-23203653	✓	.....
+	9	568126-23203917	✓	.....
+	10	540431-3201043	✗	.....
+	11	701789-23200638	✓	.....
+	12	435374-23201281	✓	.....
+	13	763380-23202447	✗	.....
+	14	561590-23201403	✓	.....
+	15	570160-23202539	✗	.....
+	16	535170-23201171	✓	.....
+	17	559497-23201079	✗	.....

No alarm status selected

En las pestañas “ATUC-C” y “ATUC-R” se muestran los parámetros de: atenuación, margen de ruido, potencia de salida, y otros parámetros, y,

En la pestaña “Line” se muestran los parámetros de: Velocidad de transmisión actual, máxima velocidad de transmisión configurable y otros parámetros.



# *ANEXO D*

**PRUEBAS DE TRANSMISIÓN EN LÍNEAS CON MÓDEM  
DSL**

Central	Distribuidor primario	Armario	Liston	Par Liston	Caja	Par Caja	Shelf	Regleta	Par Regleta	Slot	Puerto Slot
174	189	21	117	25	H4	5	ALCA1	ALCATEL2	57	SLA8	9
174	189	21	117	1	E2	4	ILCA1	ISAM7	19	SLI7	19
174	189	21	117	6	C4	8	ILCA1	ISAM10	37	SLI10	37
174	189	21	118	14	D2	8	ILCA1	ISAM4	45	SLI4	45
174	189	21A	119	5	F3	3	ALCA1	ALCATEL1	37	SLA3	13
174	189	21A	119	7	E4	1	ALCA1	ALCATEL1	73	SLA5	1
174	189	21A	119	8	D4	1	ALCA1	ALCATEL2	54	SLA8	6
174	189	21A	119	27	C1	9	ILCA1	ISAM8	45	SLI8	45
174	189	23	111	41	M5	1	ALCA1	ALCATEL1	29	SLA3	5
174	189	23	111	28	I4	9	ILCA1	ISAM3	3	SLI3	3
174	189	23	111	20	L1	2	ILCA1	ISAM5	11	SLI5	11
174	189	23A	109	39	J5	8	ALCA1	ALCATEL1	58	SLA4	10
174	189	23A	109	5	K2	1	ALCA1	ALCATEL2	26	SLA7	2
174	189	23A	109	1	B3	2	ALCA1	ALCATEL2	72	SLA8	24
174	189	23A	109	17	K4	10	ILCA1	ISAM1	36	SLI1	36
174	189	23A	110	14	K2	7	ALCA1	ALCATEL2	66	SLA8	18
174	189	23A	110	36	M2Z	4	ILCA1	ISAM4	34	SLI4	34
174	189	23A	110	47	G4	6	ILCA1	ISAM11	36	SLI11	36
174	189	23A	110	6	K2	4	ILCA1	ISAM11	42	SLI11	42
174	189	80B	112	12	L4	1	ALCA1	ALCATEL2	7	SLA6	7
174	189	80B	112	22	J2	9	ALCA1	ALCATEL2	73	SLW9	1
174	189	80B	112	17	K4	8	ILCA1	ISAM8	36	SLI8	36
174	189	80B	112	19	J3	6	ILCA1	ISAM7	31	SLI7	31

174	189	80D	113	43	E3	2	ILCA1	ISAM6	12	SLI6	12
174	189	80D	113	2	A2	8	ILCA1	ISAM7	20	SLI7	20
174	189	80D	114	1	D1	10	ALCA1	ALCATEL2	60	SLA8	12
174	189	80D	114	7	E5	8	ILCA1	ISAM9	4	SLI9	4
174	189	80E	116	40	E1	3	ALCA1	ALCATEL1	60	SLA4	12
174	189	80E	116	28	B5	5	ALCA1	ALCATEL1	33	SLA3	9
174	189	80E	116	1	H4	9	ILCA1	ISAM8	47	SLI8	47
174	189	80E	116	19	H3	1	ILCA1	ISAM5	3	SLI5	3
174	189	80F	115	30	D5	4	ALCA1	ALCATEL1	46	SLA3	22
174	189	80F	115	25	K4	8	ILCA1	ISAM7	15	SLI7	15
174	189	80F	115	14	K3	2	ILCA1	ISAM8	35	SLI8	35
174	189	80F	115	21	E3	1	ILCA1	ISAM9	43	SLI9	43
174	189	81	120	29	D5	3	ALCA1	ALCATEL1	23	SLA2	23
174	189	81	120	7	G3	3	ALCA1	ALCATEL1	41	SLA3	17
174	189	81	120	1	I4	5	ILCA1	ISAM4	47	SLI4	47
174	189	81	120	44	H2	9	ILCA1	ISAM12	14	SLI12	14
174	189	81A	121	16	G1	7	ALCA1	ALCATEL2	40	SLA7	16
174	189	81A	121	20	E1	2	ALCA1	ALCATEL1	12	SLA2	12
174	189	81A	121	34	G2	7	ILCA1	ISAM9	5	SLI9	5
174	189	82	125	5	N1	1	ALCA1	ALCATEL2	17	SLA6	17
174	189	82	125	25	K4Z	6	ILCA1	ISAM12	36	SLI12	36
174	189	82	126	3	M4	1	ILCA1	ISAM4	41	SLI4	41
174	189	82	126	4	H4	1	ILCA1	ISAM9	16	SLI9	16

continua.....

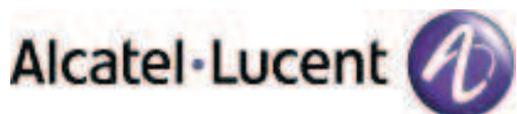
Estado de la Línea			Estado del Canal	
Noise Margin [dB]	Output Power [dBm]	Attenuation [dB]	Bit Rate [kbits/s]	Max Attainable Bit Rate [kbits/s]
Down	Down	Down	Down	Down
30	5	18	640	7616
33	-4,5	13	639	14608
35	-1,6	13	327	10572
64	19	77	630	1024
30	5	17	640	7612
30	13	20	2016	8128
30	4	17	384	7616
33	13	22	384	6752
30	11	30	640	6944
34	15	31,5	637	4308
25	19	31,5	630	12052
29	13	30	960	7552
31	5	34	640	5504
31	2	34	160	6208
25,5	19	30,5	630	8767
20	15	31	960	3360
30,8	12,6	33	384	5568
33	5,3	31	576	8096
36	10	22	382	7404
31	10	18	960	7616
25	37	12	638	3840
36	-8	12	384	13836
27	-4,9	12	326	12104

24	19,5	25,5	2001	15948
37	7,6	19	295	9464
19	17	43	1024	3360
27	-1,3	15	382	9292
31	11	18	960	7616
31	4	34	384	7520
33,5	16	22	384	7776
35,5	-4,1	12	382	12444
12	13	29	960	7520
32,5	-4	20	383	9900
21,5	-7	14	550	10988
28	0,7	16	638	14448
31	3	39	160	6976
31	4	17	320	7616
26	19,6	17	634	14012
38	14	27	639	15672
31	5	21	640	7616
14	16	23	640	3328
30	-13,4	4	383	12992
29	3	8	960	7616
34	-4,3	5	638	20156
38	-4	8	383	18528
16	14	44	639	4824

...continuación

# *ANEXO E*

## **CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS A NIVEL DE ACCESO**



## Alcatel-Lucent 7302 Intelligent Services Access Manager



---

### Información general

El Alcatel-Lucent 7302 Intelligent Services Access Manager (ISAM) nodo de acceso IP de alta densidad y un miembro de la familia Alcatel-Lucent IP productos ISAM de acceso. Se trata de la necesidad de entregar servicios de banda ancha de muy alta velocidad de las oficinas centrales por medio de VDSL2/Multi-DSL aprovechar la planta de cobre existentes y / o el uso de fibra punto a punto.

El Alcatel-Lucent 7302 ISAM ofrece soporte completo multiservicio (datos, voz, video y servicios de negocios) para un máximo de 3456 (Splitterless) abonados por cada 600 mm x 600 mm estándar ETSI huella. El apoyo de la familia ISAM de vídeo recibió la máxima puntuación ("Outstanding") de Current Analysis, que ofrece calidad de vídeo sin igual a todos los suscriptores.

Es el primer acceso a la IP de la familia ofrecen servicios de voz a través de RTC paridad de características de las oficinas centrales y gabinetes, lo que permite una implementación rentable de servicios triple play por la combinación de voz, datos y vídeo en una única plataforma de acceso IP. El paquete de voz ISAM maximiza el rendimiento y la calidad mediante la distribución de las placas de terminación de línea en los nodos de acceso, y optimiza los costes operativos mediante el uso de puertas de enlace VoIP para compartir en los nodos de acceso central. Un reloj de alta estabilidad y soporte de sincronización asegura una alta calidad para servicios de voz y proporciona una solución de sincronización rentable para backhaul móvil y líneas arrendadas.

El ISAM IP nodos de acceso son los primeros en el mercado para ofrecer VDSL2 48p, y también el apoyo activo tarjetas de red Ethernet. Las tarjetas de línea VDSL2 apoyar todos los perfiles y 8/12/17 + son compatibles ADSL/ADSL2, mientras que la línea de 16p Active tarjetas de red de apoyo Fast Ethernet sobre fibra punto a punto. El Alcatel-Lucent 7302 ISAM ofrece 18 ranuras para cualquier combinación de tarjetas de línea, divisores y tableros de voz, lo que ofrece alta densidad de puertos y flexibilidad de implementación.

El Alcatel-Lucent 7302 ISAM está optimizado para los despliegues en masa de servicios triple-play, que actúa como punto de agregación para los nodos de acceso remoto como el de Alcatel-Lucent 7330 ISAM FTTN. Contralor y redundancia de enlaces y Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP) el apoyo a asegurar la alta disponibilidad (99,999%). Único y doble línea de composición Pruebas (SELT / Delt) tecnologías ofrecen funcionalidad extensa línea de diagnóstico, para propiciar rápidos y rentables las operaciones de red triple-play. Todos los miembros de la familia ISAM ofrece la paridad completa de características y son gestionados por el mismo sistema de gestión, el de Alcatel-Lucent 5523 AWS.

---

## Beneficios

- Muy alta velocidad de despliegue de banda ancha para servicios de triple play
- Despliegues flexibles multiservicio
- De alta densidad para las configuraciones splitted y no splitted
- Estabilidad de la línea DSL
- Minimizar OPEX para la modernización de voz
- Acceso rentable y escalable de gestión de red y las operaciones
- Mejora de las características de seguridad L2 para los operadores más pequeños

---

## Características

- Densidad flexible y opciones de implementación: 18 ranuras para una mezcla de leucotrienos, tarjetas de voz y divisores
- Tarjeta de línea de VDSL2 de 48 puertos con perfiles 8/12/17, delt / SELT, y la compatibilidad hacia atrás + ADSL/ADSL2 - primero en el mercado
- Ethernet de 16 puertos de tarjeta de línea para los despliegues de fibra de Active Ethernet punto a punto
- De alta densidad para el CO y los despliegues de gabinete, hasta 864 abonados por cada estante y 3.456 suscriptores por cada 600 mm x 600 mm estándar ETSI huella
- Hasta 8 interfaces Gigabit Ethernet con I opcional de 6 puertos E / S
- IGMPv3 apoyo para una mayor escalabilidad de los despliegues de vídeo
- Apoyo para POTS servicios adicionales complementarios, así como llamada en espera / retención / transferencia, y el partido tercero llamadas
- Voz de interceptación legal (con el Servidor de Medios)
- Reloj opcional de alta estabilidad y BITS / NTR soporte para aplicaciones de reloj-crítico
- Diseño a prueba de futuro con el plano posterior y frontal 2,5 Gbit cableado, mismo estante puede albergar el futuro mayor densidad de tarjetas de línea
- NT, gateway de voz, y redundancia de enlaces
- MSTP apoyo a la mejor resistencia en las arquitecturas multi-homed



## Gateway residencial EchoLife HG520c

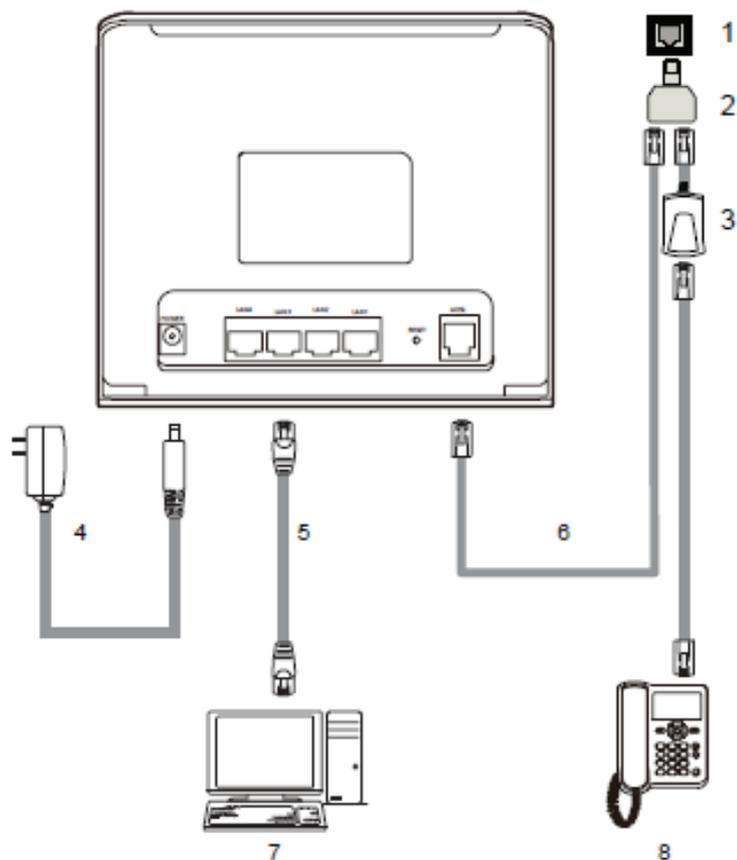
HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.



## Conexión de los cables e inicio

### Conexión de un solo teléfono

Si utiliza su línea telefónica tanto para acceder a la red de banda ancha como para hablar por teléfono, adopte la siguiente figura como referencia para conectar los cables.



- |                              |                                      |                            |
|------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| 1. Toma del teléfono         | 2. Conector T                        | 3. Microfiltro             |
| 4. Adaptador de alimentación | 5. Cable Ethernet directo (Amarillo) | 6. Cable telefónico (Gris) |
| 7. Computadora               | 8. Teléfono                          |                            |



Si se utiliza la función de red inalámbrica en el HG520c para acceder a la red, no será necesario conectar el cable Ethernet (color amarillo) hacia la Computadora.

## Indicadores

Indicador	Estado	Descripción
POWER	Encendido sin parpadear	El HG520c está encendido.
	Apagado	El HG520c se encuentra apagado.
ADSL	Parpadeando	El HG520c está en proceso de activación.
	Encendido sin parpadear	El HG520c está activado.
	Apagado	El HG520c se encuentra apagado.
INTERNET	Parpadeando	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El HG520c funciona en modo de enrutamiento.</li> <li>• La conexión WAN está establecida.</li> <li>• Se están transmitiendo datos.</li> </ul>
	Encendido sin parpadear	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El HG520c funciona en modo de enrutamiento.</li> <li>• La conexión WAN está establecida.</li> <li>• No se están transmitiendo datos.</li> </ul>
	Apagado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El HG520c funciona en modo puente o en modo enrutamiento.</li> <li>• La conexión WAN no está establecida.</li> </ul>
WLAN	Parpadeando	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La función de red inalámbrica está habilitada.</li> <li>• Se están transmitiendo datos a través de la WLAN.</li> </ul>
	Encendido sin parpadear	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La función de red inalámbrica está habilitada.</li> <li>• No se están transmitiendo datos a través de la WLAN.</li> </ul>
	Apagado	La función de red inalámbrica está deshabilitada.
LAN1-LAN4	Parpadeando	Se están transmitiendo datos a través de la interfaz Ethernet.
	Encendido sin parpadear	La conexión Ethernet está establecida.
	Apagado	La conexión Ethernet no ha sido establecida.

## Interfaces y botones

Interfaz o botón	Descripción
POWER	Permite conectar el adaptador de corriente.
LAN1-LAN4	Se utiliza para conectar la interfaz Ethernet de la computadora.
RESET	Las configuraciones predeterminadas del HG520c se pueden restaurar con sólo mantener el botón RESET presionado por más de seis segundos. Nota: Una vez restablecidas las configuraciones predeterminadas, se perderán los datos personalizados. Por lo tanto, utilice esta función con cuidado.
ADSL	Se utiliza para conectar la interfaz MODEM del divisor.
WLAN	Permite habilitar o deshabilitar la función de red inalámbrica con rapidez.
ON/OFF	Es el botón de encendido y se utiliza para encender o apagar el HG520c.

## Configuraciones predeterminadas

Parámetro	Configuración
Dirección IP de la interfaz LAN	192.168.1.1
Máscara de subred de la interfaz LAN	255.255.255.0
Nombre de usuario utilizado para iniciar sesión en la herramienta de configuración web	usuario
Contraseña utilizada para iniciar sesión en la herramienta de configuración web	usuario
Función del servidor DHCP	Enable (Habilitar)
Función de red inalámbrica	Enable (Habilitar)

Especificaciones técnicas		
Ítem	Especificación	
Fuente de alimentación para el HG520c	12 VCC; 0,5 A	
Consumo de energía	≤ 6 W	
Temperatura ambiente de operación	0° C a 45° C	
Humedad relativa para funcionamiento del equipo	5% a 95% (sin condensación)	
Dimensiones (largo X ancho X alto)	164 mm × 142 mm × 49 mm	
Peso	300 g aproximadamente	
Normas	Normas ADSL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ITU G.992.1 (G.dmt) Anexo A</li> <li>• ITU G.994.1 (G.hs)</li> <li>• ANSI T1.413, Versión 2</li> </ul>
	Norma ADSL2	ITU G.992.3 (G.dmt.bis) Anexo A
	Norma ADSL2+	ITU G.992.5 Anexo A
	Norma WLAN	802.11b y 802.11g
Velocidades de transmisión DSL	G.dmt T1.413	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad downlink máxima: 8 Mbit/s</li> <li>• Velocidad uplink máxima: 896 kbit/s</li> </ul>
	G.992.5 (ADSL2+)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad downlink máxima: 24 Mbit/s</li> <li>• Velocidad uplink máxima: 1024 kbit/s</li> </ul>
Velocidades de transmisión inalámbrica	802.11b	1 Mbit/s; 2 Mbit/s; 5,5 Mbit/s y 11 Mbit/s
	802.11g	1 Mbit/s; 2 Mbit/s; 5,5 Mbit/s; 6 Mbit/s; 11 Mbit/s; 12 Mbit/s; 18 Mbit/s; 24 Mbit/s; 36 Mbit/s; 48 Mbit/s y 54 Mbit/s

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.  
 Huawei Industrial Base  
 Bantian, Longgang  
 Shenzhen 518129  
 República Popular China

www.huawei.com  
 N.º de documento: 202187



## S-Box 7230 (SD)



## **CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO**

---

- Alta fiabilidad y estabilidad
- Admite PPPoE, DHCP e IP estática
- Fácil para utilizar con control remoto
- Menús simples y convenientes
- Admite estándar internacional de MPEG, con alta compatibilidad
- Poderosa administración de red a través del sistema operativo en tiempo real embebido
- Múltiples modos de control: terminal y remoto
- Diseño de arquitectura modular; fácil para la actualización
- Admite actualizaciones en línea
- Soporta HTML, Java-Script y Cookies
- Múltiples salidas de audio/video
- Filtrado de OSD Flicker
- Inicio rápido
- Rendimiento alto vs bajo costo

## APARIENCIA

### Panel Delantero



No.	Nombre	Descripción
1	Power button	Botón de encendido y apagado del S-Box7203.
2	Power indicator	Encendido cuando el S-Box7203 tiene electricidad.
3	IR indicador	Indicador de signos de control a distancia. Expone destello si aprietas un botón en el control a distancia, indicando que STB ha recibido signos desde el control a distancia.
4	Data indicador	Indicar el estado de transmisión de datos.
5	Smartcard slot	Para inserción de smartcard

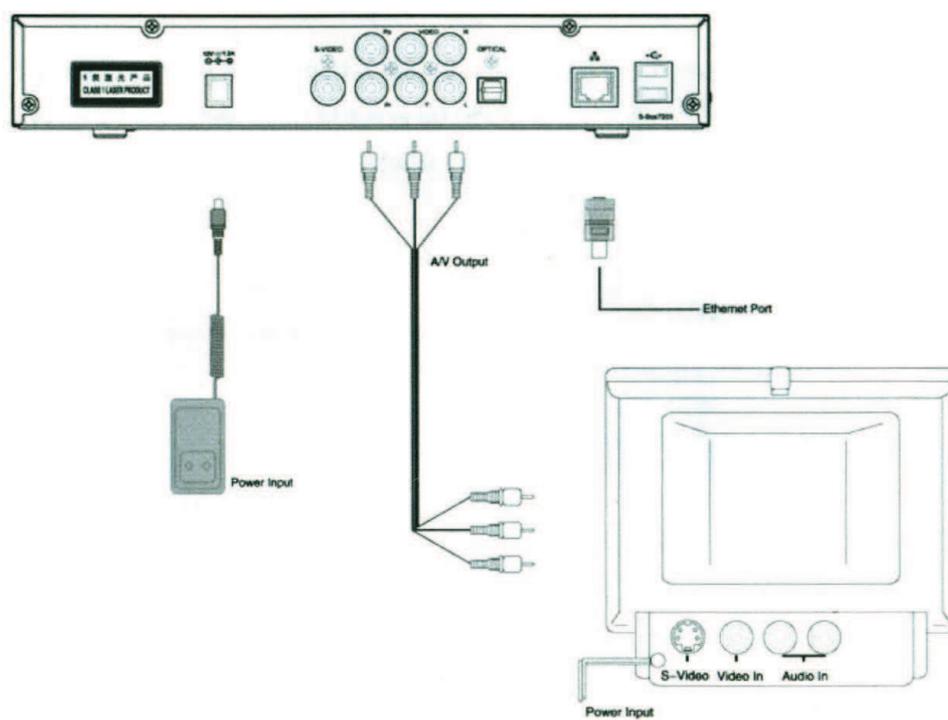
### Panel Trasero



No.	Nombre	Descripción
1	Power supply port	Puerto de entrada de DC (DC 12V 1.2A).
2	S-VIDEO	Puerto para conectar con S-Video de TV.
3	Y Pb Pr port	Puerto para conectar con YUV de TV.
4	VIDEO port	Puerto para conectar con video compuesto de TV
	Audio (R)	Puerto para conectar con canal derecho de audio de TV.
	Audio (L)	Puerto para conectar con canal izquierdo de audio de TV
5	OPTICAL	Puerto de salida de Optical S/PDIF
6		Puerto de 10/100M Base-T para conectar con Ethernet de proveedor de servicio o el de ADSL modem.
7		Puerto de USB1.1, permite funciones opcionales requeridos por operadores.

## CONEXIÓN DE LOS CABLES

Conectar cables de S-Box 7203 de acuerdo con la siguiente Figura.



**Sunniwell Broadband Digital Science & Technology, Ltd.**  
Calle de Medio de Cuarto Anillo de Norte, 229, distrito de Haidian, Beijing  
Mansión de Haitai, 1717  
100083

# *ANEXO F*

## SIMBOLOGÍA

EXISTENTE	PROYECTADO	INTERPRETACION
		CENTRAL TELEFÓNICA
		LÍMITE DE ÁREA DE CENTRAL
		LÍMITE DE ÁREA DE DISTRITO
		LÍMITE DE ÁREA DE DISPERSIÓN
		ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN
		CAPACIDAD PARES PRIMARIO CAPACIDAD PARES SECUNDARIO
		CAJA DE DISPERSIÓN DE 10 PARES A1, INSTALADA EN EL INTERIOR
		CAJA DE DISPERSIÓN DE 10 PARES A1, MURAL EXTERIOR
		CAJA DE DISPERSIÓN DE 10 PARES A1, EXTERIOR EN POSTE
		CAJA DE DISPERSIÓN DE 10 PARES B1, EXTERIOR EN POSTE
		CABLE SUBTERRÁNEO EN CANALIZACIÓN DE 100 PARES
		CABLE AÉREO DE 100 PARES
		30 PARES DE RESERVA
		EMPALME DE CABLE RECTO
		EMPALME DE UN CABLE DE 50 PARES CON DOS PARES DE 30 Y 20
		POSTE
		INSTALACIÓN A TIERRA
		BASE PARA ARMARIO
		POZO DE 80 BLOQUES EN LA CALZADA
		POZO DE 40 BLOQUES EN LA ACERA