

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES

TITULO DE LA TESIS:

“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO DE UNA RED HFC PARA
APLICACIONES TRIPLE PLAY PARA LA EMPRESA PARABÓLICA DEL NORTE
EN LA CIUDAD DE ATUNTAQUI.”

AUTOR:

JOSÉ SEBASTIÁN DONOSO VALLEJO

Profesor Orientador del Proyecto de Grado:

Ing. Darwin Aguilar

Codirector:

Paul Bernal

Sangolquí-Ecuador

2012

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES****CERTIFICADO**

INGENIERO DARWIN AGUILAR
INGENIERO PAUL BERNAL

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO DE UNA RED HFC PARA APLICACIONES TRIPLE PLAY PARA LA EMPRESA PARABÓLICA DEL NORTE EN LA CIUDAD DE ATUNTAQUI”, realizado por el señor José Sebastián Donoso Vallejo, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

El mencionado trabajo consta de dos documentos empastados y dos discos compactos los cuales contienen los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a José Sebastián Donoso Vallejo que lo entregue al Ingeniero Edwin Chávez, en su calidad de Coordinador de la Carrera.

Ing. Darwin Aguilar
DIRECTOR

Ing. Paul Bernal
CODIRECTOR

RESUMEN

El siguiente proyecto presenta un estudio y diseño de una red de telecomunicaciones HFC (*Hybrid Fiber Coaxial*) para la empresa “Parabólica del Norte”, una descripción detallada de lo que son este tipo de redes, y como se están convirtiendo en una de las soluciones preferidas por los operadores de servicios de telecomunicaciones para tener la capacidad de brindar un paquete de servicios más amplio como es el caso del paquete Triple Play con Internet Banda Ancha, Telefonía y Video por suscripción que satisfaga a los actuales beneficiarios y de esta manera poder acaparar un mercado más grande en la ciudad de Atuntaqui y porque no decir en el Cantón Antonio Ante.

Partiendo de la infraestructura actual de la empresa se plantea una inminente migración hacia una red híbrida que combina el gran ancho de banda y la velocidad de la fibra óptica con los bajos costos y la facilidad de instalación del cable coaxial. Se realizó un análisis de la red actual utilizando planos de la red, información e inventarios facilitados por la compañía para luego proponer un nuevo diseño con la tecnología de red HFC capaz de realizar una comunicación bidireccional entre los abonados y la cabecera de la red.

Este proyecto plantea principalmente aspectos técnicos de la red HFC; posteriormente se consideró la configuración y administración del nuevo sistema, así como el personal necesario para realizarlo, algunos aspectos regulatorios, económicos y comerciales generales para la implementación y explotación de la red.

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño.

A ti Dios que me diste la oportunidad de vivir, regalarme una familia maravillosa y la salud necesaria para culminar mi carrera.

Principalmente a mi padres que me dieron la vida, la oportunidad de seguir una carrera universitaria y por sobre todo su amor, a ti padre que con su ejemplo de dedicación a su profesión y amor a su familia siempre estuvo presente en todo momento a lo largo de mi carrera, llenándome de optimismo y ganas de nunca desmayar, a mi madre por ser un apoyo permanente y a la que debo toda la motivación y entusiasmo para seguir adelante cumpliendo mis objetivos con decisión. A toda mi familia Daniela, Samira por apoyarme y respaldarme en todo a lo largo de mi carrera.

A mis abuelitos Mercedes, Gavino y Claudina que con su bendición y consejos, llenaron de aspectos positivos mi vida.

A mis tíos Martha y Román quienes siempre me apoyaron incondicionalmente a lo largo de mis estudios y estuvieron ahí cuando más lo necesitaba, a mis primos Gaby, Pablo y Santiago con quienes compartí toda mi vida universitaria.

A mi novia Laura que con su alegría, entusiasmo y cariño me apoyó en todas las decisiones que tomé en mi vida universitaria y me alentaba cuando mas difícil era mi camino.

A todos y cada uno de mis profesores quienes me han formado, compartido sus conocimientos y me han brindado su amistad, a todos mis compañeros y amigos por ser un apoyo durante este tiempo y con quienes nos esforzamos para cumplir con cada una de las tareas.

Sebastián Donoso Vallejo

AGRADECIMIENTO

Para empezar me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme, darme salud y hacer realidad este sueño de terminar mi carrera universitaria.

A mi director y codirector de tesis, Ing. Darwin Aguilar e Ing. Paul Bernal, por su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a sus capacidades y experiencia científica en un marco de confianza, afecto, paciencia, motivación y amistad, fundamentales para la culminación de este trabajo.

También quiero agradecer a todos y cada uno de mis profesores que gracias a su labor desinteresada de enseñar, su rectitud en su profesión como docentes, por sus consejos han hecho que sea una persona de bien.

A mis padres José y Marcia y hermanas Daniela y Samira por darme la oportunidad de seguir una carrera universitaria, alentarme y apoyarme para no desmayar en el camino hacia la meta que me propuse.

A mis abuelitos Mercedes, Lautaro y Claudina por aconsejarme con su experiencia, darme apoyo incondicional y dedicar cada una de sus oraciones para mi bienestar.

A mis tíos Martha y Román, primos Gaby, Pablo y Santiago por brindarme un hogar cálido y enseñarme que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para lograr objetivos.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida universitaria a las que me encantaría agradecerles por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

PROLOGO

La tesis actual presenta los parámetros, requerimientos y equipamiento técnico y legal necesarios para la migración hacia una Red HFC que facilitara a una empresa que actualmente brinda Video bajo demanda pueda ofrecer servicios adicionales como voz y datos.

En el Capítulo I, se realiza una Introducción que comprende una breve historia de la Empresa Parabólica del Norte, la respectiva justificación e importancia por la que se realiza el proyecto así como el alcance del mismo y se plantea los objetivos a los que se quiere llegar.

En el Capítulo II, que hace mención al Marco Teórico, contiene información secundaria (bibliográfica y documental), y abarca temas relacionados con la temática del estudio; así mismo de sustentar con bases teóricas el proyecto a presentar con definiciones de la tecnología HFC, fibra óptica, cable coaxial, estándares y conceptos de los servicios que se podrá ofrecer gracias a la red híbrida bidireccional.

En el Capítulo III, es el de mayor relevancia para el proyecto en el cual se elabora un levantamiento de información de la Infraestructura actual de la empresa, equipos e instalaciones y servicios que ofrece. Además se realiza la propuesta para la migración a la red HFC bidireccional con el respectivo equipamiento del Centro de Recepción y Control así como el de la red de híbrida y las instalaciones del usuario; sin dejar de lado aspectos de gran importancia como son los recursos humanos, configuración y administración del servicio, aspectos regulatorios, económicos financieros y comerciales.

En el Capítulo IV, finalmente se termina con algunas conclusiones y recomendaciones que serán de gran ayuda en el caso de implementaciones futuras.

Tabla de Contenidos

CAPITULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación e Importancia	2
1.3. Alcance del Proyecto	2
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos	3
CAPITULO 2	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1 INTRODUCCIÓN A LOS SERVICIOS DE ACCESO A INTERNET DE BANDA ANCHA	4
2.1.1 Tecnologías de banda ancha	5
2.1.2 Situación actual en el país de los servicios de banda ancha	5
2.1.3 Servicios de banda ancha.....	7
2.1.4 Situación del Mercado	7
2.2 REDES DE ACCESO DE BANDA ANCHA.....	9
2.3 RED DE CABLE.....	13
2.3.1 Fibra Óptica	13
2.4 REDES HFC Y CABLE-MÓDEM	18
2.4.1 Introducción a la tecnología HFC.....	18
2.4.2 Antecedentes históricos	18
2.4.3 Arquitectura de una red CATV coaxial tradicional.....	19
2.4.4 Características generales de las redes HFC	19
2.4.5 Arquitectura de la Red HFC	20
2.4.6 Estructura de la red HFC	26
2.4.7 Estándares de la tecnología HFC.....	41
2.4.8 Servicios y aplicaciones de la tecnología HFC	46
CAPITULO 3	48
DISEÑO DE LA RED E INFRAESTRUCTURA HFC	48
3.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE LA RED ACTUAL	48
3.1.1 Infraestructura de la Empresa de tv por cable “Parabólica del Norte”.....	48
3.1.2 Estación Terrena.	50
3.1.3 Satélites.....	52
3.1.4 Recepción Satelital	53
3.1.5 Características y configuración de la red de cable coaxial.....	54

3.1.6 Descripción del servicio que ofrece a los usuarios del sistema.....	55
3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	55
3.3 USUARIOS POTENCIALES	55
3.4 PRODUCTOS O SERVICIOS A BRINDAR.....	56
3.4.1 Servicio de distribución de TV (Analógica y Digital).....	56
3.4.2 Los servicios de Internet y datos	57
3.4.3 El servicio de telefonía IP o servicios de VoIP	58
3.4.4 Servicios avanzados e interactivos	58
3.5 DISEÑO DE LA RED.....	59
3.5.1 Descripción general del servicio	59
3.5.3 Escalabilidad de Redes HFC	61
3.5.4 Criterios generales	62
3.5.5. Diseño de un enlace óptico.....	65
3.5.6 Diagrama de Red	75
3.6 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS	75
3.6.1 Red Troncal de Fibra Óptica	75
3.6.2 Red de Distribución de Cable Coaxial	80
3.6.3 Características del equipamiento	81
3.6.4. Especificaciones de punto de terminación de red.....	86
3.6.5 Niveles de Calidad de Servicio (QoS).....	88
3.7 INFRAESTRUCTURA.....	91
3.7.1 Panorama general	91
3.7.2 Bidireccionalidad.....	92
3.7.3 Equipamiento del CRC (Centro de Recepción y Control)	96
3.7.4 Equipamiento en las instalaciones del usuario	98
3.8 ACCESO A INTERNET Y TELEFONÍA	99
CAPITULO 4.....	109
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	109
4.1 CONCLUSIONES.....	109
4.2 RECOMENDACIONES	111
ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.
A1 MATRIZ DE CONSUMO.....	¡Error! Marcador no definido.
A2 ENCUESTA PARA UNA RED HFC DE MULTISERVICIOS EN LA CIUDAD DE ATUNTAQUI.....	¡Error! Marcador no definido.
A3 TABULACION DE LA ENCUESTA.....	¡Error! Marcador no definido.
A4 PROYECCION DE VENTAS.....	¡Error! Marcador no definido.
A5 PROGRAMACION OFERTADA POR LA EMPRESA	¡Error! Marcador no definido.

A6 LISTA DE LOS EQUIPOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA ;Error! Marcador no definido.

A7 DIAGRAMA DE RED HFC;Error! Marcador no definido.

BIBLIOGRAFÍA 113

INDICE DE TABLAS

TABLA. 2.1. RESUMEN COMPARATIVO DE ALGUNAS REDES DE ACCESO	5
TABLA. 2.2. PRINCIPALES OPERADORES DE TV POR CABLE EN ECUADOR	9
TABLA. 2.3. COMPARACIÓN ENTRE DIFERENTES TECNOLOGÍAS	12
TABLA. 2.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE UNA RED HFC	20
TABLA. 2.5. BANDAS PARA USO SATELITAL	29
TABLA. 2.6. VERSIONES DOCSIS.....	42
TABLA. 2.7. CANALES DESCENDENTES EN DOCSIS Y EURODOCSIS	46
TABLA. 3.1. PERDIDAS PARA ENLACES DE FIBRA ÓPTICA	69
TABLA. 3.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE CABLE ADSS-24B1.3	76
TABLA. 3.3. PRINCIPALES PROPIEDADES MECÁNICAS Y APLICACIONES DEL CABLE.....	77
TABLA. 3.4. CARACTERÍSTICAS DE FIBRA ÓPTICA AÉREA TIPO ADSS G.652D	77
TABLA. 3.5. ESPECIFICACIONES DE LA INTERFAZ DE RF DE DOCSIS	80
TABLA. 3.6. PARÁMETROS DEL NODO ÓPTICO	82
TABLA. 3.7. PARÁMETROS DEL AMPLIFICADOR BIDIRECCIONAL	83
TABLA. 3.8. CARACTERÍSTICAS DE UN SPLITTER DE 2-3 VÍAS	85
TABLA. 3.9. CARACTERÍSTICA TÉCNICAS Y ELÉCTRICAS RG-6.....	87
TABLA. 3.10. ÍNDICES DE CALIDAD.....	91
TABLA. 3.11. CISCO UBR10012 ESPECIFICACIONES DEL HARDWARE DEL ROUTER UNIVERSAL DE BANDA ANCHA.....	97
TABLA. 3.12. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	107

INDICE DE FIGURAS

FIGURA. 2.1. MAPA DE REDES DE FIBRA ÓPTICA EN ECUADOR	6
FIGURA. 2.2. PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO EN TELEFONÍA MÓVIL – JUL. 2010	7
FIGURA. 2.3. PENETRACIÓN DE TELEFONÍA FIJA (HOGAR Y HABITANTE)	8
FIGURA. 2.4. DISTRIBUCIÓN DE ABONADOS A SERVICIOS DE TV PAGA – 20099	
FIGURA. 2.5. LÍMITE DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	11
FIGURA. 2.6. CABLE DE FIBRA ÓPTICA.....	14
FIGURA. 2.7. TRANSMISIÓN EN FIBRA MONOMODO	16
FIGURA. 2.8. TRANSMISIÓN EN FIBRA MULTIMODO	17
FIGURA. 2.9. ESTRUCTURA DE UN CABLE COAXIAL	18
FIGURA. 2.10. RED DE TV.....	19
FIGURA. 2.11. ARQUITECTURA DE LA RED HFC.....	21
FIGURA. 2.12. RED HFC BIDIRECCIONAL	26
FIGURA. 2.13. LNB	27
FIGURA. 2.14. ANTENA YAGI.....	28
FIGURA. 2.15. CABECERA HFC PARA TODOS LOS SERVICIOS, TELEFONÍA IP	29
FIGURA. 2.16. RED TRONCAL PRIMARIA.....	30
FIGURA. 2.17. RED TRONCAL SECUNDARIA.....	30
FIGURA. 2.18. RED TRONCAL A TRES NIVELES, TRANSMISIÓN HACIA EL USUARIO	31
FIGURA. 2.19. RED DE DISTRIBUCIÓN DE COAXIAL	32
FIGURA. 2.20. ACOMETIDA	32
FIGURA. 2.21. RED INTERIOR DE CLIENTE.....	33
FIGURA. 2.22. AMPLIFICADOR DE LÍNEA	33
FIGURA. 2.23. ESQUEMA DE UN AMPLIFICADOR DE LÍNEA	34
FIGURA. 2.24. ESTRUCTURA DE UN ACOPLADOR DIRECCIONAL	35
FIGURA. 2.25. TAP.....	35
FIGURA. 2.26. SPLITTER	36
FIGURA. 2.27. TIPOS DE SPLITTERS	36
FIGURA. 2.28. RED DE CABLE-MODEMS	38
FIGURA. 2.29 ESTRUCTURA DEL CABLE MODEM.....	38
FIGURA. 2.30. ESPECTRO Y ANCHO DE BANDA DE UN CANAL DE TELEVISIÓN (VIDEO Y AUDIO)	40
FIGURA. 2.31. ARQUITECTURA ABIERTA DE DOCSIS 2.0	43
FIGURA. 2.32. CORRESPONDENCIA DE DOCSIS CON EL MODELO OSI	44
FIGURA. 2.33. ESTÁNDARES DE TRANSMISIÓN DEFINIDOS POR DOCSIS	44
FIGURA. 2.34. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DOCSIS	44
FIGURA. 2.35. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DVB-RCC.....	45
FIGURA. 2.36. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS EURO DOCSIS	46
FIGURA. 3.1. TOPOLOGÍA TIPO ÁRBOL.....	48
FIGURA. 3.2. SISTEMA DE TV POR CABLE.....	50
FIGURA. 3.3. ESTACIÓN TERRENA “PARABÓLICA DEL NORTE”	51
FIGURA. 3.4. CABECERA DE CATV.....	52
FIGURA. 3.5 ANTENAS DE “PARABÓLICA DE NORTE”	53
FIGURA. 3.6. CONECTOR TIPO F.....	55
FIGURA. 3.7. DIVISIÓN DEL ANCHO DE BANDA EN LAS REDES HFC.....	56

FIGURA. 3.8. VOD.....	57
FIGURA. 3.9. INTERNET.....	58
FIGURA. 3.10. EQUIPOS DE USUARIO	59
FIGURA. 3.11. RED HFC	60
FIGURA. 3.12. ESCALABILIDAD DE REDES HFC	62
FIGURA. 3.13. RED HFC (TRONCAL FIBRA OPTICA).....	63
FIGURA. 3.14. RED DE DISTRIBUCIÓN.....	64
FIGURA. 3.15. PÉRDIDAS Y ANCHO DE BANDA	68
FIGURA. 3.16. PERFILES DE DISPERSIÓN.....	70
FIGURA. 3.17. RESERVAS DE CABLE	75
FIGURA. 3.18. CABLE SECCIÓN TRANSVERSAL	76
FIGURA. 3.19. NODO ÓPTICO	81
FIGURA. 3.20. AMPLIFICADOR RF	83
FIGURA. 3.21. TAP Y ACOMETIDA	84
FIGURA. 3.22. CABLE RG-6	86
FIGURA. 3.23. CONECTOR TIPO F.....	87
FIGURA. 3.24. RED BIDIRECCIONAL	92
FIGURA. 3.25. DISTRIBUCIÓN DEL DE FRECUENCIAS PARA LOS CANALES ASCENDENTES Y DESCENDENTES	93
FIGURA. 3.26. CMTS	97
FIGURA. 3.27. ESTÁNDAR DOCSIS	98
FIGURA. 3.28. INSTALACIONES DEL USUARIO	99
FIGURA. 3.29. ACCESO A INTERNET Y TELEFONÍA	100
FIGURA. 3.30. ADAPTADOR TELEFÓNICO PARA ANALÓGICO Y SIP.....	101
FIGURA. 3.31. ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL	105

GLOSARIO

A

Ancho de banda La capacidad de transmisión de un medio en función de un rango de frecuencias. Un mayor ancho de banda indica la capacidad de transmitir más datos en un determinado período.

Aprovisionamiento Proceso de autodescubrimiento o configuración manual de un cable módem en el CMTS.

Ascendente (“*upstream*”) En una red de datos por cable, ascendente describe la dirección de los datos enviados desde la computadora del suscriptor, a través del cable módem, hasta el CMTS e Internet.

Asignación de espectro Asignación de porciones del espectro electromagnético disponible para servicios específicos como AM, FM o comunicaciones personales.

Atenuación La diferencia entre la energía transmitida y la recibida como consecuencia de pérdidas a través de equipos, líneas de transmisión u otros dispositivos; habitualmente se expresa en decibeles.

Autenticación Proceso en el cual el CMTS verifica que el acceso esté autorizado, utilizando una contraseña, dirección IP confiable o número de serie.

B

Banda ancha Tecnología de red de gran ancho de banda que multiplica varias portadoras independientes para que transporten voz, vídeo, datos y otros servicios interactivos a través de un solo cable. Un medio de comunicación capaz de transmitir una cantidad relativamente grande de datos en un determinado período. Sinónimo utilizado frecuentemente para la TV por cable que puede describir cualquier tecnología capaz de entregar múltiples canales y servicios.

Bidireccional Sistema de cable que puede transmitir señales en ambas direcciones, desde y hacia la cabecera y el suscriptor.

bps bits por segundo

C

Cabecera Ubicación que recibe programación de TV, programación de radio, datos y llamadas telefónicas, que modula en una red HFC. También envía datos de retorno y transmisiones telefónicas. Los equipos de cabecera incluyen transmisores,

preamplificadores, terminales de frecuencia, demoduladores, moduladores y otros dispositivos que amplifican, filtran y convierten señales de transmisión de TV entrantes a canales inalámbricos y de cable.

Cable coaxial Tipo de cable que consta de un hilo central rodeado de aislamiento y luego un blindaje de cable trenzado, puesto a tierra. El blindaje minimiza las interferencias eléctricas y de radiofrecuencia. El cable coaxial tiene un gran ancho de banda y puede soportar transmisión a larga distancia.

Cable módem Dispositivo instalado en la ubicación del suscriptor que le brinda comunicaciones de datos a través de una red de HFC. A menos que se especifique lo contrario, todas las referencias a “cable módem” en el presente documento se refieren *únicamente* a cable módem con certificación DOCSIS o Euro-DOCSIS.

CableLabs Un consorcio de investigación que define los requisitos de interfaz para los cable módems y certifica que los equipos probados cumplan con la norma DOCSIS.

Capa En las redes, las capas son niveles de protocolos de software. Cada capa cumple funciones para las capas superiores. La OSI es un modelo de referencia que cuenta con siete capas funcionales.

Capa de red Capa 3 en la arquitectura de la OSI que presta servicios para establecer una ruta entre sistemas abiertos. La capa de red conoce la dirección de los nodos vecinos, empaqueta la salida con los datos de dirección de red correctos, selecciona las rutas, y reconoce y reenvía los mensajes entrantes para los dominios locales de host a la capa de transporte.

Capa de transporte Capa de la OSI relacionada con protocolos para reconocimiento y recuperación de errores. Esta capa también regula el flujo de la información.

Capa física La capa 1 en la arquitectura de OSI. Brinda servicios para transmitir bits o grupos de bits a través de un enlace de transmisión entre sistemas abiertos. Implica procedimientos eléctricos, mecánicos y de reconocimiento inicial.

CMTS Un sistema de terminación de cable módem (*Cable Modem Termination System*) es un dispositivo de la cabecera del sistema de cable que conecta la red HFC con redes IP locales o remotas a host IP, cable módem o gateway de conexión y suscriptores. Administra todo el ancho de banda del cable módem. En ocasiones se lo denomina enrutador de borde.

Codificar Alterar una señal electrónica de manera tal que sólo un usuario autorizado pueda descodificarla para ver la información.

Conector tipo F Tipo de conector usado para conectar el cable coaxial a equipos como el cable modem

D

dB decibel

dBc Nivel de señal, expresado en dB, respecto del nivel no modulado deseado de la portadora.

dBm Unidad de medida que indica un milivatio a través de una impedancia determinada. 0 dBm = 1milivatio a través de 75 ohmios.

dBmV Nivel de señal, expresado en dB, que indica la relación entre la potencia de señal en un sistema de 75 ohmios y la potencia de referencia cuando 1 mV atraviesa 75 ohmios.

Demodulación Operación para restaurar una onda modulada anteriormente y separar las señales múltiples que estaban combinadas y moduladas en una subportadora.

Descargar Copiar un archivo de una computadora a otra. Puede usar Internet para descargar archivos de un servidor a una computadora. Un cable módem o gateway con la certificación DOCSIS o Euro-DOCSIS descargan su archivo de configuración de un servidor TFTP durante el inicio.

Descendente (“downstream”) En una red de datos por cable, es la dirección de los datos recibidos por la computadora desde Internet.

DHCP Un servidor de Protocolo de configuración dinámica de host (*Dynamic Host Configuration Protocol*) asigna, en forma dinámica, direcciones IP a un host cliente en una red IP. El DHCP elimina la necesidad de asignar, en forma manual, direcciones IP estáticas mediante el “alquiler” de una dirección IP y una máscara de subred a cada cliente. Permite la reutilización automática de direcciones IP no utilizadas:

Difusión Transmisión simultánea a múltiples dispositivos de red; mecanismo de protocolo que soporta direccionamiento grupal y universal.

Dirección IP Valor único de 32 bits que identifica cada host en una red TCP/IP. Las redes TCP/IP enrutan los mensajes en base a la dirección IP de destino.

Dirección MAC La dirección de Control de acceso a medios (Media Access Control) es un valor de 48 bits guardado permanentemente en la ROM en fábrica para identificar cada dispositivo de red Ethernet. Se expresa como secuencia de 12 dígitos hexadecimales impresos en una. Debe darle la dirección MAC de HFC a su proveedor de cable. También se la denomina dirección Ethernet, dirección física, dirección de hardware o dirección NIC.

Distorsión Cambio no deseado en la forma de la onda de la señal dentro del medio de transmisión. Reproducción no lineal de la forma de la onda de entrada.

Divisor Dispositivo que divide la señal de un cable de entrada en dos o más cables.

DNS El Sistema de nombres de dominio (*Domain Name System*) es el sistema de Internet para convertir nombres de dominio en direcciones IP. Un servidor DNS contiene una tabla que hace coincidir los nombres de dominio como Internetname.com con direcciones IP como 192.169.9.1. Cuando se accede a la *World Wide Web*, un servidor DNS traduce el URL que se muestra en el navegador en la dirección IP del sitio Web de destino. La tabla de búsqueda del DNS es una base de datos de Internet distribuida; no hay un solo servidor DNS que contenga todos los nombres de dominio que se corresponden con las direcciones IP.

DOCSIS La Especificación de interfaz de servicios de datos por cable (*Data-Over-Cable Service Interface Specification*) de CableLabs define las normas sobre interfaz para cable módem, gateway y equipos de soporte a fin de que entreguen datos entre una red HFC y sistemas de computación o aparatos de televisión. Para enfatizar su uso como norma para cable módems, las especificaciones DOCSIS ahora reciben el nombre de *Cable módems CableLabs Certified* (cable módems certificados por CableLabs). Euro-DOCSIS es DOCSIS adaptada para su uso en Europa.

E

Enrutador En redes IP, es un dispositivo que conecta al menos dos redes, que pueden ser similares o no. Habitualmente, un enrutador se encuentra en un *gateway* entre redes. Un enrutador opera en una red de capa 3 de la OSI. Filtra paquetes basados en la dirección IP, analizando las direcciones de origen y destino para determinar la mejor ruta por la cual reenviarlos. A menudo un enrutador se incluye como parte de un switch de red. Un enrutador también puede implementarse como software en una computadora.

Espectro Rango de frecuencias especificado utilizado para la transmisión de señales electromagnéticas.

Ethernet Tipo de LAN más ampliamente usado, también conocido como IEEE 802.3. Las redes Ethernet más comunes son 10Base-T, que brindan velocidades de transmisión de hasta 10 Mbps, por lo general, a través de cables de par trenzado sin blindaje, que en su extremo tienen conectores RJ-45. La Ethernet rápida (100Base-T) brinda velocidades de hasta 100 Mbps. “Base” significa “tecnología de banda base” y “T” significa “cable de par trenzado”. Cada puerto Ethernet tiene una dirección física denominada dirección MAC.

Euro-DOCSIS Una norma de tComLabs que es una adaptación de la norma DOCSIS para uso en Europa.

F

FDMA El Acceso múltiple por división de frecuencia (*Frequency Division Multiple Access*) es un método que permite a múltiples usuarios compartir un espectro de radio específico. A cada usuario activo se le asigna un canal (o portadora) de RF individual y la frecuencia portadora de cada canal se desfasa de sus canales adyacentes por una cantidad igual a la separación entre canales, lo que permite obtener el ancho de banda requerido por canal.

Firewall Sistema de software de seguridad que aplica una política de control de acceso entre Internet y la LAN.

Flujo Ruta de datos que se mueven en una dirección.

Frecuencia Cantidad de veces que una señal electromagnética repite un ciclo idéntico en una unidad de tiempo, por lo general, un segundo, medido en Hz, kHz, MHz o GHz.

FTP El Protocolo de transferencia de archivos (*File Transfer Protocol*) es un protocolo estándar de Internet para intercambiar archivos entre computadoras. El FTP se utiliza comúnmente para descargar programas y otros archivos en una computadora desde páginas Web en servidores de Internet.

G

Ganancia Es la medida en que se amplifica una señal. Una antena de ganancia alta aumenta el nivel de la señal inalámbrica para aumentar la distancia que la señal puede recorrer, y al mismo tiempo seguir siendo utilizable.

Gateway Dispositivo que permite la comunicación entre redes utilizando distintos protocolos. Ver también *enrutador*.

GHz Gigahertzio — Mil millones de ciclos por segundo.

H

HFC Una red híbrida de cable de fibra/coaxial usa cables de fibra óptica como parte troncal y cable coaxial para las instalaciones del suscriptor.

Host En IP, un host es cualquier computadora que soporta aplicaciones o servicios para usuarios finales con acceso bidireccional a la red. Cada host tiene un número de host exclusivo que, combinado con el número de red, forma su dirección IP.

HTML Lenguaje de marcado de hipertexto (*Hyper Text Markup Language*).

Hz Hertzio — Un ciclo por segundo. Unidad para medir la frecuencia del ciclo de una señal electromagnética alterna a través de sus estados más altos y más bajos. Se utiliza para definir las bandas del espectro electromagnético usadas en las comunicaciones de voz y datos, o para definir el ancho de banda de un medio de transmisión.

I

ICMP Protocolo de control de mensajes de Internet (*Internet Control Message Protocol*) es un protocolo que se utiliza para los mensajes de error, problemas y mensajes informativos enviados entre host IP y gateway. Los mensajes ICMP son procesados por el software IP y, por lo general, no suelen ser visibles para los usuarios finales.

IEEE El *Institute of Electrical and Electronics Engineers*, Inc. (<http://www.ieee.org>) es una organización que elabora normas, publicaciones técnicas y organiza simposios para las industrias eléctrica y electrónica, y está acreditada por el ANSI.

IEEE 802.3 Ver *Ethernet*.

Impedancia Oposición total al flujo de corriente de electrones de CA dentro de un dispositivo. La impedancia típica de un cable coaxial y otros componentes de CATV es de 75 ohmios.

Internet Colección mundial de redes interconectadas que utilizan el TCP/IP.

IP El Protocolo de Internet (*Internet Protocol*) es un conjunto de normas que permiten a distintos tipos de computadoras comunicarse con otras e intercambiar datos a través de Internet. El IP brinda un aparente sistema único de comunicaciones sin interrupciones y convierte a Internet en una red virtual.

ISP Proveedor de servicio de Internet (*Internet Service Provider*)

K

kHz kilohertzio — Mil ciclos por segundo

L

LAN Una red de área local (*Local Area Network*) proporciona una conexión permanente de gran ancho de banda en un área limitada como un edificio o instalaciones universitarias. Ethernet es la norma de LAN más ampliamente utilizada.

Latencia Tiempo requerido para que una señal pase a través de un dispositivo. Suele expresarse en una cantidad de símbolos.

LED Diodo emisor de luz (*Light-Emitting Diode*).

M

Mbps Millones de bits por segundo (megabits por segundo). Velocidad de transferencia de datos.

Medios Los diversos entornos físicos a través de los cuales pasan las señales; por ejemplo, cable coaxial, cable de par trenzado sin blindaje (*Unshielded Twisted-Pair*, UTP) o cable de fibra óptica.

MHz Megahertzio — Un millón de ciclos por segundo. Medida de radiofrecuencia.

N

NAT (*Network address Translation*) permite a un único dispositivo, como un Router, actuar como un agente entre Internet (red pública) y una red local (red privada).

NEC Código eléctrico nacional de los EE.UU. (*National Electrical Code*) — Reglamentaciones para la construcción e instalación de cableado y aparatos eléctricos adecuadas para la aplicación obligatoria por parte de una gran cantidad de autoridades estatales y locales.

Nodo En una LAN, es un término genérico para referirse a cualquier dispositivo de red. En una red HFC, es la interfaz entre los alimentadores de cable troncal y coaxial a las ubicaciones de los suscriptores. Habitualmente, un nodo se encuentra ubicado en la zona del suscriptor.

O

Ohmio Unidad de resistencia eléctrica.

OSI El modelo de referencia de Interconexión de sistemas abiertos (*Open Systems Interconnection*) es un modelo ilustrativo que describe cómo se mueven los datos desde una aplicación en el host de origen, a través de una red, hasta una aplicación en el host de destino. Es un marco conceptual desarrollado por la ISO que, en la actualidad, constituye el modelo principal para las comunicaciones entre computadoras. La OSI es *sólo* un modelo; no define una interfaz de red específica.

P

PacketCable Proyecto conducido por CableLabs para definir una plataforma común para entregar servicios multimedia avanzados en tiempo real a través de una planta de cables

bidireccionales de HFC. Construidas en base a DOCSIS 1.1, las redes PacketCable usan tecnología IP como base para una arquitectura multimedia de alta capacidad.

Paquete La unidad de datos que se enruta entre el emisor y el destino en Internet u otra red con conmutación de paquetes. Cuando se envían por Internet datos como un mensaje de correo electrónico u otro archivo, el IP del emisor divide los datos en paquetes con numeración exclusiva. El encabezamiento del paquete contiene las direcciones IP del origen y del destino. Los paquetes individuales pueden circular por distintas rutas. Cuando todos los paquetes llegan al destino, el IP en ese extremo rearma los paquetes. El encabezamiento y los datos pueden diferir en su longitud. El paquete y el datagrama son similares en cuanto a su significado.

Pérdida de retorno Medida de la calidad de la coincidencia entre el dispositivo y el sistema de cable. La pérdida de retorno es la relación de la cantidad de potencia reflejada por el dispositivo. Se prefiere una pérdida de retorno de 20 dB o mayor.

Protocolo Conjunto formal de reglas y convenciones para intercambiar datos. Distintos tipos de computadoras (por ejemplo, PC, UNIX o mainframe) pueden comunicarse si soportan protocolos comunes.

Proveedor de servicio Compañía que brinda servicios de datos por cable a suscriptores.

Puente (bridge) Un dispositivo de red de capa 2 de OSI que conecta dos redes LAN utilizando protocolos similares.

Filtra tramas basándose en la dirección MAC para disminuir el tráfico. Se puede colocar un puente entre dos grupos de host que se comunican mucho entre sí, pero no tanto con host de otros grupos.

El puente analiza el destino de cada paquete para determinar si lo transmite hacia otro lado

Puerto En una computadora u otro dispositivo electrónico, un puerto es un receptáculo o enchufe usado para conectarse en forma física a la red u otros dispositivos. En el TCP/IP, un puerto es un número que va de 0 a 65536, utilizado en forma lógica por un programa cliente para especificar un programa servidor. Los puertos que van del 0 al 1024 están reservados.

Punto de acceso Dispositivo que proporciona conectividad WLAN a clientes inalámbricos (estaciones).

Q

QAM La Modulación de amplitud en cuadratura (*Quadrature Amplitude Modulation*) usa la modulación de fase y amplitud para codificar múltiples bits de datos en un solo elemento de señalización.

QoS La Calidad del servicio (*Quality of Service*) describe la prioridad, la demora, el rendimiento y el ancho de banda de una conexión.

QPSK La Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (*Quadrature Phase Shift Key*) envía dos bits de información por período de símbolo con un símbolo 90 grados desfasado respecto de otros símbolos. Los cuatro puntos de la constelación representados por las coordenadas (0,0 — 0,1 — 1,0 — 1,1) representan las cuatro posibles combinaciones.

R

Red Dos o más computadoras conectadas para comunicarse entre ellas. Tradicionalmente, las redes se conectaban mediante algún tipo de cableado.

RF Radiofrecuencia (*Radio Frequency*) — Señales usadas por el transmisor y el receptor del CMTS para enviar datos a través del HFC. La portadora se modula para codificar el flujo de datos digitales para la transmisión a través de la red de cable.

RJ-11 Tipo de conector más común para teléfonos particulares o comerciales.

RJ-45 Conector modular de 8 pines; el tipo de conector más común para redes Ethernet 10Base-T o 100Base-T.

Ruido impulsivo Ruido breve en cuanto a duración, habitualmente, del orden de los 10 microsegundos. Es causado por corrientes eléctricas transitorias como picos de tensión, encendido de motores eléctricos y relámpagos o equipos de conmutación que se filtran al cable.

S

Servidor En una arquitectura cliente/servidor, es una computadora dedicada que proporciona archivos y servicios como transferencia de archivos, inicio de sesión remoto o impresión a los clientes.

SID Una ID de servicio (*Service ID*) es un identificador exclusivo de 14 bits que el CMTS asigna a un cable módem o gateway que identifica el tipo de tráfico que transporta (por ejemplo, datos o voz). La SID proporciona la base para que el CMTS asigne un ancho de banda al cable módem e implemente la QoS.

SMTP Protocolo simple de transferencia de correo (*Simple Mail Transfer Protocol*) es un protocolo de Internet estándar para transferencia de correo electrónico.

Splitter Es un dispositivo pasivo el cual acepta una señal de entrada y entrega múltiples señales de salida con características de amplitud y fase específica

Suscriptor Usuario en el hogar u oficina que tiene acceso a televisión, datos u otros servicios de un proveedor de cable.

Switch (conmutador) En una red Ethernet, un switch (conmutador) filtra tramas basándose en la dirección MAC, en forma similar a un bridge (puente). Un switch es más avanzado porque puede conectar más de dos segmentos de red.

T

Tasa de bits Cantidad de bits (0 y 1 digital) transmitida por segundo en un canal de comunicaciones. Por lo general, se mide en bits por segundo (bps).

TCP Protocolo de control de transmisión (*Transmission Control Protocol*) en la capa de transporte cuatro de la OSI que proporciona un transporte confiable a través de la red para datos transmitidos usando un IP (capa de red tres). Es un protocolo de extremo a extremo que define las reglas y los procedimientos para el intercambio de datos entre los host por sobre el IP sin conexión. El TCP usa un temporizador para realizar el seguimiento de paquetes en circulación, verifica errores en paquetes entrantes y retransmite paquetes, si se solicita.

TCP/IP El conjunto de Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) establece normas y reglas para la comunicación de datos entre redes en Internet. Es la norma mundial sobre interredes y el protocolo básico de comunicaciones de Internet.

TFTP El Protocolo trivial de transferencia de archivos (*Trivial File Transfer Protocol*) es un protocolo muy sencillo usado para transferir archivos.

Trama Unidad de datos transmitidos entre los nodos de una red que contienen datos de control de direccionamiento y protocolo. Algunas tramas de control no contienen ningún dato.

Troncal Ruta electrónica a través de la cual se transmiten los datos.

TTL El tiempo de vida (*Time To Live*) es la cantidad de enrutadores (o saltos) por los que puede pasar un paquete antes de ser descartado. Cuando un enrutador procesa un paquete, el TTL disminuye en 1. Cuando el TTL llega a cero, el paquete es descartado.

U

UDP Protocolo de datagramas de usuario (*User Datagram Protocol*)

UTP Cable de par trenzado sin blindaje (*Unshielded Twisted Pair*)

V

VLAN Una red virtual de área local (*Virtual Local Area Network*) es un grupo de dispositivos en distintos segmentos de la LAN configurados, en forma lógica, para comunicarse como si estuvieran conectados al mismo cable.

VoIP Voz sobre protocolo de Internet (*Voice over Internet Protocol*) es un método para intercambiar información por voz, fax o de otro tipo a través de Internet. Por lo general, la voz y el fax se han utilizado tradicionalmente a través de líneas telefónicas tradicionales de la PSTN, usando un circuito dedicado para cada línea. El VoIP permite que las llamadas viajen como paquetes de información discretos en líneas compartidas. El VoIP es una parte importante de la convergencia de las computadoras, los teléfonos y la televisión en una sola red de información integrada.

W

WAN Una red de área extendida (*Wide-Area Network*) proporciona una conexión en una amplia área

WLAN LAN inalámbrica

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Los adelantos tecnológicos han dado saltos agigantados en lo que refiere a las comunicaciones, haciendo de estas rápidas y confiables, implementando calidad de servicio orientada al usuario.

Se presenta la oportunidad de ingresar a un mercado escaso en Imbabura, la empresa Parabolicas del Norte es un operador de cable que actualmente cuenta con una red CATV (basada exclusivamente en cable coaxial), pero la evolución tecnológica ha puesto a disposición diversas alternativas para la implantación de nuevos servicios y se plantea la inevitable migración hacia una red híbrida: fibra óptica-cable coaxial (HFC), que maneje servicios convergentes como Televisión Analógica y Digital, Internet Banda Ancha, Transmisión de Datos, Telefonía, Video bajo Demanda (VoD), etc.

La empresa utiliza una red de cable coaxial instalada en la ciudad de Atuntaqui utilizando cable RG-500 autoportado para distribuir señales de audio y video codificadas que provienen de diferentes satélites comerciales.

La Estación Terrena o *Head-End*, está ubicada en la calle Bolívar y 2 de Marzo, Barrio “Central” del Cantón Antonio Ante desde donde se origina y conforma toda la

información de video y audio que se transmitirá a través de la misma, por medio de la red de cable coaxial.

Debido a las necesidades de la demanda por nuevos servicios como internet a alta velocidad y telefonía (VoIP), Parabólicas del Norte está interesada en realizar la expansión de su red actual utilizando tecnología HFC en los sectores de cobertura actual y otros nuevos lugares.

1.2. Justificación e Importancia

El motivo fundamental que lleva a realizar el diseño de la red HFC para la empresa Parabólicas del Norte, radica en que existen muchas necesidades de los actuales usuarios para obtener un paquete *triple play* (Telefonía, Video bajo demanda, Banda ancha), y de la empresa debido a que uno de sus objetivos es incrementar el mercado en la ciudad de Atuntaqui y sus alrededores.

Otra razón que justifica el desarrollo del proyecto, es que la implementación del mismo representará un aporte al desarrollo de la integración a las TICs de la ciudad de Atuntaqui.

Actualmente, el manejo de la información de modo eficiente constituye una de las principales preocupaciones dentro de cualquier organización, sea esta de origen público o privado, por lo que se hace necesario manejarla y emplearla con mucho criterio, ya que de ello podría depender, en gran medida, el éxito o fracaso de las mismas.

1.3. Alcance del Proyecto

El proyecto contempla el estudio y diseño de una red de Telecomunicaciones HFC red que hará posible proponer los servicios de *triple play* en la ciudad de Atuntaqui. Se tendrá en consideración esencialmente los resultados obtenidos en la investigación de campo y el estudio de mercado, la infraestructura de la red actual, equipos y costos de implementación de la red.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Realizar el estudio de factibilidad y diseño de una red HFC para aplicaciones de *triple play* servicios para la empresa parabólica del norte en la ciudad de Atuntaqui

1.4.2. Objetivos Específicos

- Recopilar información utilizando una metodología de tipo investigativa, teniendo en cuenta información de campo y un estudio de mercado en la Ciudad de Atuntaqui.
- Analizar la red Actual de la empresa Parabólicas del Norte de la ciudad de Atuntaqui.
- Diseñar la red HFC considerando las nuevas aplicaciones y servicios que se pueden ofertar a través de esta red.
- Estudiar el equipamiento para la central, la red, y el usuario terminal.
- Investigar y analizar costos de equipos.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 INTRODUCCIÓN A LOS SERVICIOS DE ACCESO A INTERNET DE BANDA ANCHA

El internet está protagonizando un papel indispensable en el desarrollo de los países especialmente en los llamados de tercer mundo, de alguna manera se requiere poner a la par con países primermundistas como es el caso de información actualizada que gracias a la red de redes se puede acceder alcanzando de esta forma una autoeducación y modernización que llevara a una mejor calidad vida con un sin número de comodidades que por ahora no es posible disfrutar.

Sin embargo poder navegar a una gran velocidad hoy por hoy es imprescindible debido a la necesidad de acceso rápido de los usuarios a información, videos, música, aplicaciones y comunicaciones aumentando su productividad y mejorando el uso del internet que antes con el acceso a través de la Línea Conmutada era prácticamente accesible pero demasiado lento.

Banda Ancha es un sinónimo de alta velocidad, los dos términos generalmente se refieren a conexiones de Internet que transmiten datos a una velocidad mayor que 200 kilobytes por segundo (Kbps), y gracias al esfuerzo de los gobernantes se puede tener acceso a esta tecnología a precios relativamente bajos.

2.1.1 Tecnologías de banda ancha

La tecnología de banda ancha, y su crecimiento dentro de nuevos mercados, está evolucionando rápidamente. En una red de telecomunicaciones se pueden distinguir tres partes fundamentales: La red de acceso o acometida (parte de la red más cercana al usuario), la red troncal de transporte y la red de distribución.

En la red de acceso se presenta una oferta completa y variada de tecnologías, en la siguiente Tabla. 2.1. Muestra un breve resumen de las opciones de servicio de banda ancha diseñado para clientes residenciales y comerciales con presupuesto limitado.

Tabla. 2.1. Resumen comparativo de algunas redes de Acceso

Tecnología	Medio Tx	Alcance [m]	N· Dispos	Bit rate [Mbits/s]	Coste/Prest	Seguridad
Ethernet	UTP/FO	100/...	...	100/1G	Media	Alta
IEEE1394	UTP	4·5/72	64/1024	400(v.a.)3.2 G(v.b)	Media/Baja	Alta
USB	TP/USB	may-30	127	12/8(v1.1) 480(v2.0)	Media/Bue	Alta
HomePNA	Cable Telefónico	300	50	10 (payload)	Buena	Alta
Lonworks	Todos + radio	Depende portadores	32000	0.039-2.5	Media/Baja	Depende portadores
X - 10	Cable de la Red Eléctrica	Decenas	256	Muy baja	Media	Media
IEEE802,11	Wireless	25-500	...	11 (v.g.)	Progresiva	Baja/Mejorará
Bluetooth	Wireless	10/100	8	0.721	Media	Media/Alta

2.1.2 Situación actual en el país de los servicios de banda ancha

En el Ecuador siendo un país del tercer mundo existe el servicio de banda ancha que básicamente llega a los Mb de descarga, y a pesar de la inversión realizada por el sector público y el privado en infraestructura y tecnología no se ha podido masificar el uso del Internet y tampoco brindar el servicio a todos los sectores del país.

Al hablar de servicios de banda ancha se asocia a la velocidad de transmisión o a un conjunto específico de servicios, sin embargo, el término banda ancha no se refiere a una velocidad determinada ni a un servicio específico. El concepto de banda ancha combina la capacidad de conexión (anchura de banda) y la velocidad.

Lamentablemente pocos ISPs y operadoras ofrecen un servicio completo de banda ancha en estos paquetes llamados *Triple Play*, con una falencia muy importante, el costo.

En el Ecuador la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT) cuenta con la Red de Fibra Óptica instalada más grande del país, de más de diez mil kilómetros.

Debe señalarse también que la CNT se encuentra trabajando en el proyecto “Red Nacional de Transmisión”, con una inversión de 25 millones de dólares y buscando la construcción de 1850 km. de fibra óptica, con la que se espera elevar en un 58% la cantidad de fibra óptica de la CNT. El objetivo del proyecto es lograr enlaces de gran capacidad para soportar servicios de voz, video y el crecimiento de redes de acceso. El trabajo realizado por la CNT entre 2006 y 2009 tiene como resultado 1413 kilómetros nuevos de fibra óptica como se muestra en la Figura. 2.1., con el resultado de haber conectado a 184 poblaciones.¹

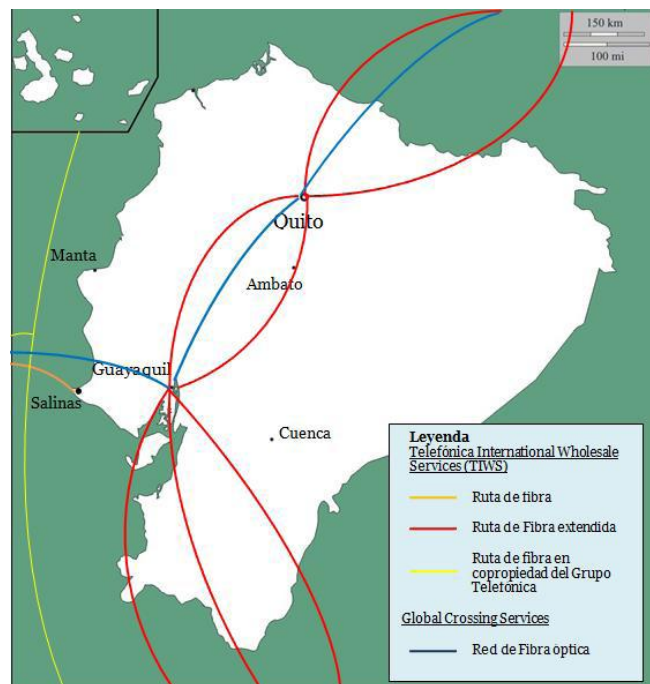


Figura. 2.1. Mapa de Redes de Fibra Óptica en Ecuador

¹ http://www.cnt.com.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=230%3Anuestra-tecnologia&catid=52%3Anuestecnacernoso&Itemid=1, 28 de octubre del 2011

2.1.3 Servicios de banda ancha

Este término se da a la conexión de Internet ilimitado, es decir que siempre está activo y cuenta con altas velocidades de descarga.

2.1.4 Situación del Mercado

2.1.4.1 Servicio Móvil

La telefonía móvil en el Ecuador tiene sólo a tres operadores en acción en el año 2011 como lo muestra la Figura. 2.2: TELECSA S.A. (Alegro), con un 1.86%, CONECEL S.A. (Porta y ahora Claro), con el 69.7%, y OTECEL S.A. (Movistar), con un 28.4% del Mercado Móvil.

SERVICIO MÓVIL AVANZADO (SMA)

OPERADORA	FECHA DEL CONTRATO DE CONCESIÓN	LÍNEAS ACTIVAS (Línea de usuario)	PARTICIPACIÓN DEL MERCADO
CONECEL S. A.	26 de agosto del 2008	10.826.073	69,7%
OTECCEL S. A.	20 de noviembre del 2008	4.415.482	28,4%
TELECSA S. A.	30 de abril del 2003	298.711	1,86%
TOTAL NACIONAL		15.531.266	100,00%

Figura. 2.2. Participación en el mercado en telefonía móvil – Jul. 2010²

2.1.4.2 Servicio fijo

El crecimiento de la telefonía fija en el Ecuador ha sido muy lento en los últimos nueve años. Partiendo de un porcentaje de penetración a nivel de hogares del 42,43% en el 2001, se logra alcanzar recién un 58% en junio del 2010. A su vez, a nivel de habitantes, este indicador pasa de 11 a 15% entre 2001 y 2009, la penetración de este servicio ha sido relativamente lenta en comparación con otros servicios de banda ancha. En la Figura. 2.3., se puede ver esta comparación:

² http://www.supertel.gob.ec/pdf/publicaciones/revista_supertel_8.pdf, 12 de noviembre del 2011

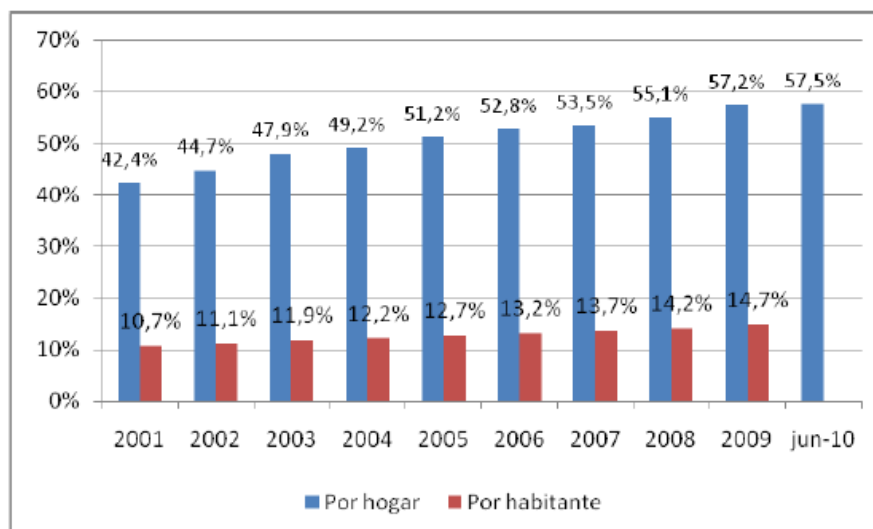


Figura. 2.3. Penetración de telefonía fija (hogar y habitante)³

Datos del MINTEL (Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información), los costos de telefonía fija se han reducido considerablemente desde el 2006 al 2009, llegando el promedio simple de toda la oferta de telefonía pública al 2010 a un valor minuto de US\$ 0,03 (sin impuestos).⁴

2.1.4.3 Televisión por cable

Existen 261 empresas autorizadas a ofrecer servicios de TV paga en Ecuador; de ellas 233 son operadoras de cable, 27 de TV inalámbrica y uno de TV digital, en la Tabla. 2.2 están los principales operadores de TV por cable en Ecuador

Hacia 2009, de acuerdo a Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL), el número de abonados a servicios de TV paga alcanza los 243.357, de los cuales 156.755 son de TV cable, 60.331 cuentan con el servicio inalámbrico terrestre y 26.271 son de TV satelital. La distribución de los abonados se muestra en la Figura. 2.4.

³ http://www.dirsi.net/sites/default/files/El%20estado%20de%20la%20Banda%20Ancha%20en%20Ecuador_0.pdf, 10 de noviembre del 2011

⁴ Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información: [www.mintel.gov.ec./24/09/10](http://www.mintel.gov.ec/), 11 de noviembre del 2011

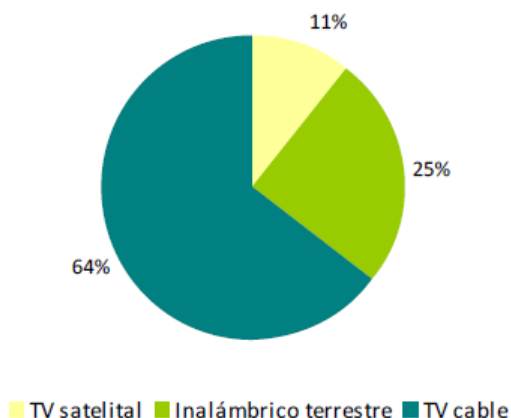


Figura. 2.4. Distribución de abonados a servicios de TV paga – 2009⁵

Tabla. 2.2. Principales operadores de TV por cable en Ecuador ⁶

Empresa	Características
Cable Unión	Cable, análogo sin codificar
DirecTV	Satélite, digital codificado
Telmex TV	Cable, digital codificado
Grupo TV Cable	Cable y antena UHF, digital codificado y análogo codificado
Univisa	Microonda, digital con acceso codificado y análogo codificado
Geovisión	Cable y antena UHF

Sin embargo en cada provincia, cantón, ciudad existen empresas que brindan este servicio, como es el caso a empresa Parabólica del Norte en la ciudad de Atuntaqui.

2.2 REDES DE ACCESO DE BANDA ANCHA

La definición oficial de la UIT especifica que un servicio es de banda ancha cuando requiere canales de transmisión con capacidad mayor que un acceso primario (2,048 Mbps).

⁵ http://www.dirsi.net/sites/default/files/El%20estado%20de%20la%20Banda%20Ancha%20en%20Ecuador_0.pdf, 11 de noviembre del 2011

⁶ http://www.dirsi.net/sites/default/files/El%20estado%20de%20la%20Banda%20Ancha%20en%20Ecuador_0.pdf, 11 de noviembre del 2011

De ese concepto inicial el mercado ha pasado a utilizar la expresión “Banda Ancha” para referirse a tecnologías que permiten velocidades de acceso de usuario del orden de Mbps

Sin embargo, los estudios de prospectiva ya empiezan a cuestionar este escenario y abogan por escenarios de banda ancha con velocidades por encima de 10 Mbps

En este estudio se presentan las tecnologías de redes de acceso que han sido consideradas de “Banda Ancha”, incluyendo tanto las que actualmente se emplean para ofrecer servicios comerciales, como aquellas otras que, aún con un nivel de madurez insuficiente, pueden constituir la base para las futuras redes de acceso.

Concretamente, se han seleccionado las siguientes tecnologías, agrupadas en función del soporte físico que emplean:

- Tecnologías sobre Cable:

- ✓ Bucle digital de abonado (xDSL)
- ✓ Redes híbridas de fibra y cable (HFC)
- ✓ Fibra óptica (FTTx)
- ✓ Comunicaciones por línea eléctrica (PLC)
- ✓ Ethernet en la primera milla (EFM)

- Tecnologías Inalámbricas:

- ✓ Bucle inalámbrico (LMDS)
- ✓ Redes de acceso por satélite
- ✓ Redes locales inalámbricas (WLAN)
- ✓ Comunicaciones móviles de tercera generación (UMTS)
- ✓ Televisión digital terrestre (TDT)⁷

En la Figura. 2.5., se puede comparar los límites de los medios de transmisión de acuerdo al medio físico.

⁷ http://www.bandaancha.es/Informacion/Tecnologias/Documents/librotaba28_1_de_3.pdf, 13 de noviembre del 2011

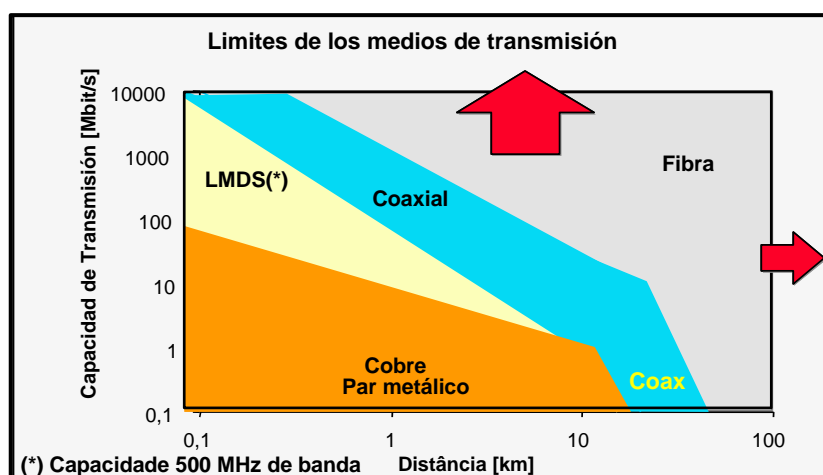


Figura. 2.5. Límite de los medios de transmisión

En la tabla. 2.3. se muestran algunas características, ventajas y desventajas de las distintas tecnologías.

Tabla. 2.3. Comparación entre diferentes Tecnologías⁸

Tipo de Servicio	Como Funciona	Ventajas	Desventajas	Velocidades
Satélite Acceso Inalámbrico Fijo Tecnología de Fidelidad Inalámbrica (WiFi)	Enlaces de radio transmiten los datos de un satélite o una antena al usuario	Generalmente está ofrecido como otra opción en áreas rurales que no tienen acceso a cable ni DSL. Además se ofrece WiFi en varias áreas llamadas "hot spot" (áreas de acceso)- principalmente en áreas urbanas. Varias velocidades de cargas, típicamente más rápido que cable o DSL.	Velocidades más lentas de contracorriente. Objetos en la tierra y las señales de radio pueden interferir.	WiFi varía entre 1 Mbps a 11 Mbps con los rangos de satélite entre 500 Kbps a 2 Mbps, dependiendo de la interferencia y la proximidad al transmisor. 2
Cable	Usando un módem de cable, la misma conexión de cable que se usa para la televisión, también pueden transmitir los datos de Internet.	Alta capacidad. Usa el cableado existente que transmite la televisión. Permite el uso del teléfono para llamadas de voz mientras esté conectado al internet.	El uso ampliado en la cadena puede demorar el servicio.	Velocidad de descarga: 550 Kbps a 4 Mbps. Velocidades de carga; generalmente a 128 Kbps.
Línea Digital de Suscriptor (DSL)	Usando un módem de DSL, los datos de internet están transmitidos por líneas de teléfono especialmente conocidas.	Usa el cableado de teléfono existente. Permite el uso del teléfono para llamadas de voz mientras esté conectado al internet.	Capacidad para usar estos servicios y/o la velocidad de conexión depende de la distancia de la oficina central de la compañía telefónica.	Velocidades de descarga -300 Kbps 3-Mbps. Velocidades de casi 6 Mbps están disponibles en algunas áreas.
Banda ancha por líneas eléctricas (BPL)	Usando un convertidor que conecta a los tomacorrientes eléctricos de un edificio para la transmisión de datos tras los cables de alta tensión de una utilidad eléctrica.	Usa el cableado eléctrico existente de un edificio. Permite el uso del teléfono por llamadas de voz mientras esté conectado al internet.	Se está introduciendo nueva tecnología. Actualmente no se consigue con facilidad en indiana.	No todavía definido, pero típicamente entre 500 Kbps - 4Mbps. 3

⁸ <http://www.in.gov/oucc/files/BroadbandEspanol.pdf>, 13 de noviembre del 2011

2.3 RED DE CABLE

Las redes CATV actuales suelen transportar la señal mediante fibra óptica, para cubrir distancias relativamente largas, y coaxial, para la distribución en las proximidades.

Se trata de una red híbrida de fibra y coaxial, habitualmente referida como HFC (*Hybrid Fiber/Coax*).

El uso de fibra óptica en la troncal de las redes de cable ha permitido, gracias a su capacidad de transmisión, la incorporación de servicios interactivos. Estos servicios, en particular, telefonía, datos e Internet, y vídeo a la carta (VOD, *Video On Demand*), requieren que la red permita la comunicación en ambos sentidos.⁹ Sin embargo no se puede continuar sin antes mencionar a la Fibra Óptica y Cable Coaxial.

2.3.1 Fibra Óptica

Este cable está constituido por uno o más hilos de fibra de vidrio, cada fibra de vidrio consta de:

- Un núcleo central de fibra con un bajo índice de refracción.
- Una cubierta que rodea al núcleo, de material similar, con un índice de refracción ligeramente mayor.
- Una envoltura que aísla las fibras y evita que se produzcan interferencias entre fibras adyacentes, a la vez que proporciona protección al núcleo.
- Cada una de ellas está rodeada por un revestimiento y reforzada para proteger a la fibra.

En la Figura. 2.6., se puede observar las partes de un cable de fibra Óptica¹⁰

⁹ <http://www.gsi.dit.upm.es/~legf/Varios/redes-cable.pdf>, 15 de noviembre del 2011

¹⁰ http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes_1/optica.htm, 16 de noviembre del 2011

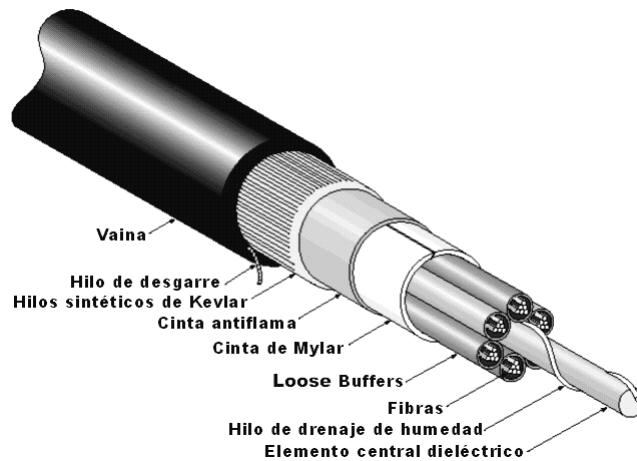


Figura. 2.6. Cable de Fibra Óptica¹¹

Ventajas

Capacidad de transmisión: La idea de que la velocidad de transmisión depende principalmente del medio utilizado, se conservó hasta el advenimiento de las fibras ópticas, ya que ellas pueden transmitir a velocidades mucho más altas de lo que los emisores y transmisores actuales lo permiten, por lo tanto, son estos dos elementos los que limitan la velocidad de transmisión.

1. Mayor capacidad debido al ancho de banda mayor disponible en frecuencias ópticas.
2. Inmunidad a transmisiones cruzadas entre cables, causadas por inducción magnética.
3. Inmunidad a interferencia estática debida a las fuentes de ruido.
4. Resistencia a extremos ambientales. Son menos afectadas por líquidos corrosivos, gases y variaciones de temperatura.
5. La seguridad en cuanto a instalación y mantenimiento. Las fibras de vidrio y los plásticos no son conductores de electricidad, se pueden usar cerca de líquidos y gases volátiles.

¹¹ <http://www.yio.com.ar/fibras-opticas/10/05/2011>, 15 de noviembre del 2011

Un excelente medio para sus comunicaciones

En el último kilómetro es donde se presenta con mayor frecuencia problemas y daños en las comunicaciones de los clientes, pensando en esto empresas como la ETB crearon el proyecto de digitalización de la red de abonado en fibra óptica. La fibra es el soporte ideal por todas las ventajas que brinda, tales como:

1. Supresión de ruidos en las transmisiones.
2. Red redundante.
3. Conexión directa desde centrales hasta su empresa.
4. Alta confiabilidad y privacidad en sus comunicaciones telefónicas.
5. Posibilidad de daño casi nula.
6. Tiempos de respuesta mínimos en la reparación de daños.
7. Mayor número y rapidez en la solicitud y entrega de nuevos servicios.
8. Gran ancho de banda

También la fibra óptica es una plataforma para la prestación de otros servicios, como:

1. Transmisión de datos de Alta Velocidad
2. Enlaces E1 (2Mbps) para conexión de PABX

La posibilidad en el futuro de conexión de nuevos servicios como multimedia o sistemas de televisión por cable.

Desventajas

A pesar de las ventajas antes enumeradas, la fibra óptica presenta una serie de desventajas frente a otros medios de transmisión, siendo las más relevantes las siguientes:

- La alta fragilidad de las fibras.
- Necesidad de usar transmisores y receptores más caros
- Los empalmes entre fibras son difíciles de realizar, especialmente en el campo, lo que dificulta las reparaciones en caso de ruptura del cable.

- No puede transmitir electricidad para alimentar repetidores intermedios
- La necesidad de efectuar, en muchos casos, procesos de conversión eléctrica/óptica
- La fibra óptica convencional no puede transmitir potencias elevadas.
- No existen memorias ópticas

2.3.1.1 Tipos de Fibra

2.3.1.1.1 Fibra monomodo

Esta fibra óptica es la de menor diámetro y solamente permite viajar al rayo óptico central como se muestra en la Figura. 2.7. No sufre del efecto de las otras dos pero es más difícil de construir y manipular. Es también más costosa pero permite distancias de transmisión mayores, es apta para una red troncal.

La fibra óptica ha venido a revolucionar la comunicación de datos ya que tiene las siguientes ventajas:

- Gran ancho de banda
- Muy pequeña y ligera
- Muy baja atenuación
- Inmunidad al ruido electromagnético.

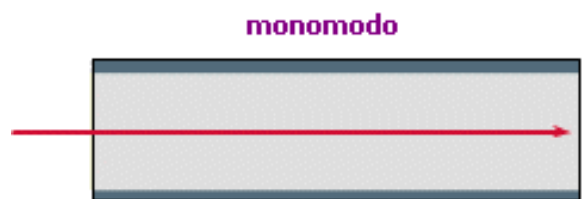


Figura. 2.7. Transmisión en Fibra monomodo

Para transmitir señales por fibra óptica se utiliza modulación de amplitud sobre un rayo óptico, la ausencia de señal indica un cero y la presencia un uno. La transmisión de fibra óptica es unidireccional. Actualmente se utilizan velocidades de transmisión de 50, 100 y 200 Mbps, pero experimentalmente se han transmitido hasta Gbps sobre una distancia de 110 Kms.

2.3.1.1.2 Fibra multimodo

En este tipo de fibra viajan varios rayos ópticos reflejándose a diferentes ángulos como se muestra en la Figura. 2.8.

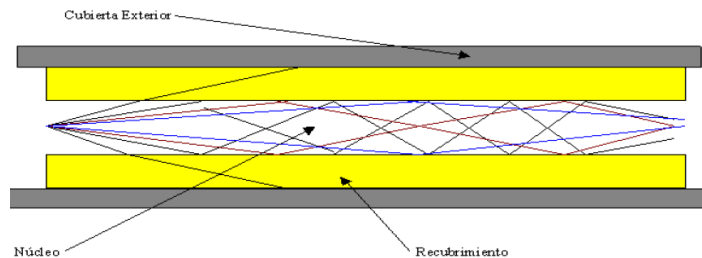


Figura. 2.8. Transmisión en Fibra multimodo

Los diferentes rayos ópticos recorren diferentes distancias y se desfasan al viajar dentro de la fibra. Por esta razón, la distancia a la que se puede transmitir esta limitada.

Cable Coaxial

Un par coaxial está constituido de dos conductores cilíndricos y concéntricos, aislados entre sí por un dieléctrico. Este dieléctrico puede ser con anillos separadores o relleno, manteniendo siempre la concetricidad perfecta entre el conductor interno y el conductor externa del par coaxial. Ver Figura. 2.9.

Están diseñados para transmisión de señales con baja pérdida de potencia, gran ancho de banda y aseguran:

- La larga vida de servicio y buena estabilidad de envejecimiento.
- Temperatura de trabajo continuo de: PE: $-40^{\circ}\text{C} + 75^{\circ}\text{C}$.
- Alta resistencia a la abrasión de la cubierta y a la permanente acción de los agentes químicos.
- Alta flexibilidad.
- Baja atenuación.
- Mínima desviación de la impedancia característica y buena homogeneidad.
- Utilización de conectores estándar.

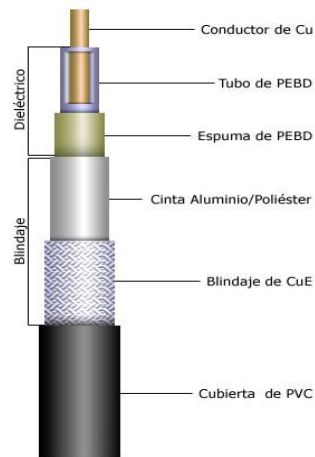


Figura. 2.9. Estructura de un Cable Coaxial ¹²

2.4 REDES HFC Y CABLE-MÓDEM

2.4.1 Introducción a la tecnología HFC

Una red HFC es una red de telecomunicaciones por cable que combina la fibra óptica y el cable coaxial como soportes de la transmisión de las señales, la fibra básicamente es utilizada en la red troncal y el cable coaxial en la red de distribución y acometida, obteniendo una red bidireccional capaz brindar varios servicios como telefonía, internet, video bajo demanda, etc.

Una red HFC aprovecha las cualidades de la fibra como su gran ancho de banda y su inmunidad a ruido y por otro lado los bajos costos y la facilidad en instalaciones que ofrece el cable coaxial, consiguiendo mayor capacidad (servicios), mayor alcance (distancia) y bidireccionalidad.

2.4.2 Antecedentes históricos

Las redes híbridas Fibra Coaxial, se originan en los antiguos sistemas de televisión por cable (también llamados CATV), que aparecieron ya en 1948 para dar solución de cobertura a las zonas remotas o montañosas en donde la recepción era escasa; la solución

¹² <http://www.qsl.net/xe3rlr/coaxiales.htm>, 21 de noviembre del 2011

era tan sencilla como montar antenas de recepción en lo alto de las colinas o montañas para llegar (vía cable) hasta las casas de los valles.

Las primeras redes de distribución de TV por cable coaxial, tenían una topología en árbol como se puede apreciar en la Figura. 2.10., con lo que requerían de decenas de derivaciones y amplificadores intermedios; como es lógico, los últimos de la cadena recibían una señal mucho peor a los que por suerte vivían cerca de la cabecera de emisión de la señal, debido a la caída de la señal producida por la distancia.

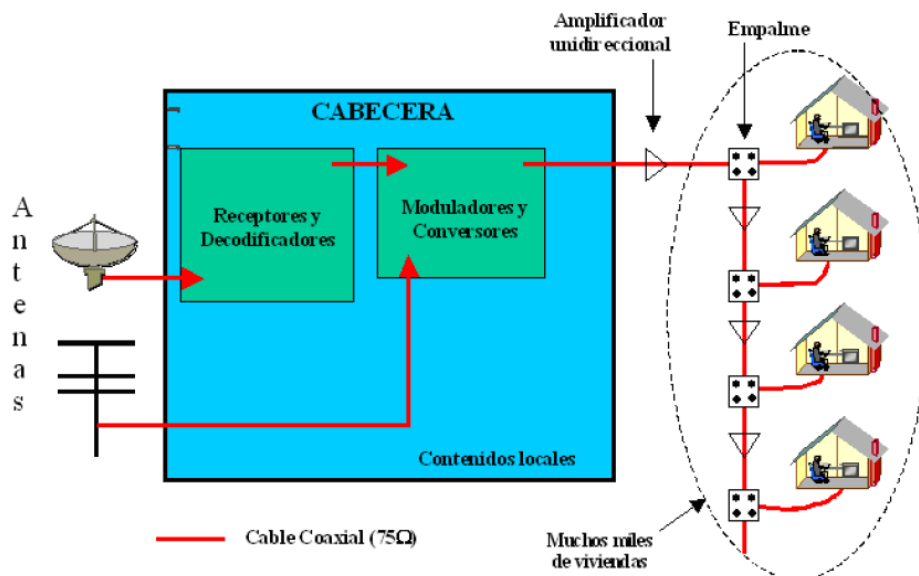


Figura. 2.10. Red de TV

2.4.3 Arquitectura de una red CATV coaxial tradicional

Inicialmente las redes CATV fueron pensadas solo como medio de difusión, es decir solo para transmitir, gracias a las mejoras facilitadas al introducir la fibra coaxial en la red troncal se puede ahora evolucionar y soportar no solo voz, sino que también imagen y datos, y proponer servicios interactivos donde la comunicación es bidireccional.

2.4.4 Características generales de las redes HFC

En la Tabla. 2.4., se muestran las características generales de una red HFC.

Tabla. 2.4. Características Generales de una red HFC

Banda de distribución de frecuencias	86 - 862 MHz
Banda de Radiodifusión sonora en FM	87.5 - 108 MHz
Banda reservada a TV digital	606 - 862 MHz
Banda de Retorno	5 - 55/65 MHz
Impedancia característica	75 Ω
Unidades utilizadas	dB μ V [1dB μ V = 20 log V(μ V) dBmV [1dBmV = 20 log V(mV)
Cable coaxial	Según norma CENELEC EN50 117-1
Fibra Óptica	Tipo monomodo según recomendaciones UIT-T

También presenta características como:

Servicios integrados: TV, VOD, datos y telefonía.

Capacidad: las redes suelen estar dimensionadas para dar servicio al 100% de los hogares y comercios de la demarcación. Sin embargo, teniendo en cuenta que no se alcanzará el 100%, quedarán conexiones libres para reforzar el servicio a comercios y oficinas.

Redundancia: trata de garantizar la fiabilidad en la transmisión de señales.

- Redundancia en la ruta de conexión: la red de fibra óptica dispone de fibras de respaldo, que posibilitan la provisión de servicio en el caso de que ocurra algún incidente en la infraestructura de la red principal.
- Redundancia en el equipamiento: todos los transmisores y receptores ópticos están duplicados.¹³

2.4.5 Arquitectura de la Red HFC

Una red de acceso HFC está constituida, genéricamente, por tres partes principales:

- Elementos de red: dispositivos específicos para cada servicio que el operador conecta tanto en los puntos de origen de servicio como en los puntos de acceso al servicio.
- Infraestructura HFC: incluye la fibra óptica y el cable coaxial, los transmisores ópticos, los nodos ópticos, los amplificadores de radio frecuencia y elementos pasivos.

¹³ <http://www.gsi.dit.upm.es/~legf/Varios/redes-cable.pdf>, 25 de noviembre del 2011

- Terminal de usuario: set-top-box, cable modems y unidades para integrar el servicio telefónico.

En la Figura. 2.11. se muestra un esquema típico de este tipo de redes:

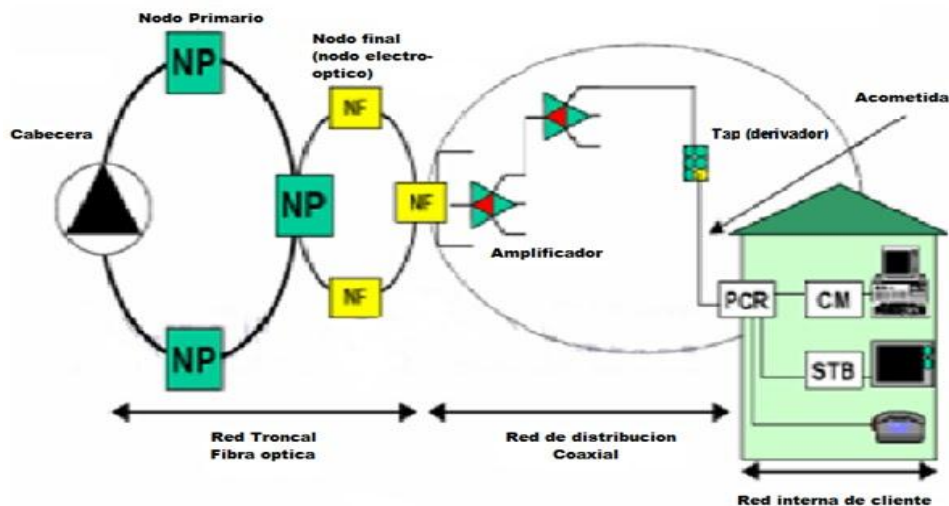


Figura. 2.11. Arquitectura de la Red HFC¹⁴

2.4.5.1 Elementos de la red

La red estará conformada tanto por elementos activos y pasivos entre ellos:

2.4.5.1.1 Elementos Pasivos

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

Estos son algunos elementos pasivos:

- Fibra Óptica.
- Splitters o divisores de señal.
- Cable Coaxial.

¹⁴ <http://comunicaciones3-upc.blogspot.com/p/sistemas-de-telecomunicaciones-con.html>, 29 de noviembre del 2011

2.4.5.1.2 Elementos Activos

Los elementos activos son el corazón de la red y definen sus funcionalidades, típicamente son:

- Routers o CMTS

CMTS son las siglas de *Cable Modem Termination System* (Sistema de Terminación de Cable modems).

Para entender lo que es un CMTS se puede pensar en un Router que actúa como interface entre la red de datos y la red de RF o que posee conexiones Ethernet en un extremo y conexiones RF (radiofrecuencia) coaxiales en el otro, se utiliza para proporcionar servicios de datos de alta velocidad, como Internet por cable o Voz sobre IP, a los abonados.

Los CMTS normalmente solo manejan tráfico IP. El tráfico destinado al cablemódem enviado desde Internet, conocido como tráfico de bajada (*downstream*), se transporta encapsulado en paquetes MPEG. Estos paquetes MPEG se transportan en flujos de datos que normalmente se modulan en señales QAM.

El tráfico de subida (*upstream*, datos del cablemódem hacia la cabecera o Internet) se transporta en tramas Ethernet (no MPEG), típicamente en señales QPSK.

Un CMTS típico, permite al ordenador del abonado obtener una dirección IP mediante un servidor DHCP. Normalmente se encuentran en la cabecera de la compañía de cable.

Servidores de respaldo (*'back office'*) Un servidor es una computadora en la que se ejecuta un programa que realiza alguna tarea en beneficio de otras aplicaciones llamadas cliente, entre los principales se tiene:

DHCP es el protocolo de configuración dinámica de host (DHCP, *Dynamic Host Configuration Protocol*) es un estándar TCP/IP diseñado para simplificar la administración de la configuración IP de los equipos de una red, es decir "alquila" o asigna dinámicamente direcciones IP durante un tiempo (duración del alquiler) a las estaciones de trabajo,

distribuyendo además otros parámetros de configuración entre clientes de red autorizados, tales como la puerta de enlace o el servidor DNS. DHCP proporciona una configuración de red TCP/IP segura, confiable y sencilla, evita conflictos de direcciones y ayuda a conservar el uso de las direcciones IP de clientes en la red.

Servidor de correo: almacena, envía, recibe, enruta y realiza otras operaciones relacionadas con email para los clientes de la red.

Servidor web: almacena documentos HTML, imágenes, archivos de texto, escrituras, y demás material Web compuesto por datos (conocidos colectivamente como contenido), y distribuye este contenido a clientes que la piden en la red.

FTP (siglas en inglés de *File Transfer Protocol*, 'Protocolo de Transferencia de Archivos') en informática, es un protocolo de red para la transferencia de archivos entre sistemas conectados a una red TCP (*Transmission Control Protocol*), basado en la arquitectura cliente-servidor. Desde un equipo cliente se puede conectar a un servidor para descargar archivos desde él o para enviarle archivos, independientemente del sistema operativo utilizado en cada equipo.

TFTP son las siglas de *Trivial file transfer Protocol* (Protocolo de transferencia de archivos trivial), es un protocolo de transferencia muy simple semejante a una versión básica de FTP. TFTP a menudo se utiliza para transferir pequeños archivos entre ordenadores en una red.

DNS (*Domain Name System*) se utiliza para proveer a las computadoras de los usuarios (clientes) un nombre equivalente a las direcciones IP.

VoIP que básicamente es un ordenador de mayores prestaciones de memoria, procesamiento y almacenamiento de disco duro, encargado de correr y ejecutar la plataforma encargada para la telefonía IP.

La función principal de un servidor VoIP es la realización y control de llamadas IP, el servidor será el encargado de convertir las señales de voz a datos mediante diferentes protocolos para posteriormente ser enviados dentro de una red IP.

Dentro de la cabecera también se requiere algunos otros elementos que a continuación se detalla

- **Decodificador.-** Es un equipo para redes de televisión digital que permite la recepción y decodificación de señal digital comprimida en formato MPEG-2 abierta y en formato DVB (*Digital Video Broadcasting*); que proyecta la señal recibida, con modo de vídeo, datos y audio.
- **Modulador.-** Dispositivo electrónico que varía la forma de onda de una señal (modula) de acuerdo a una técnica específica, para poder ser enviada por un canal de transmisión hasta un dispositivo o dispositivos que incorporen un demodulador apto para dicha técnica.

Estos dos equipos son suministrados por la empresa proveedora de cada canal de TV Satelital pagado.

- **Combinador.-** (multiplexores) son dispositivos capaces de recibir diversas señales de frecuencias de entrada combinándolas en una sola salida.
- **Switch capa 2.-** Son los conmutadores tradicionales, que funcionan como puentes multi-puertos. Su principal finalidad es dividir una LAN en múltiples dominios de colisión, o en los casos de las redes en anillo, segmentar la LAN en diversos anillos. Basan su decisión de envío en la dirección MAC destino que contiene cada trama.

Los conmutadores de la capa 2 posibilitan múltiples transmisiones simultáneas sin interferir en otras sub-redes. Los switches de capa 2 no consiguen, sin embargo, filtrar difusiones o broadcasts, multicasts (en el caso en que más de una sub-red contenga las estaciones pertenecientes al grupo multicast de destino), ni tramas cuyo destino aún no haya sido incluido en la tabla de direccionamiento.

- **Switch capa 3.-** Son los conmutadores que, además de las funciones tradicionales de la capa 2, incorporan algunas funciones de enrutamiento o routing, como por ejemplo la determinación del camino basado en informaciones de capa de red (capa 3 del modelo OSI)

Los conmutadores de capa 3 soportan también la definición de redes virtuales (VLAN), y según modelos posibilitan la comunicación entre las diversas VLAN sin la necesidad de utilizar un router externo y es más escalable utilizarlos pues estos utilizan las técnicas de enrutamiento a nivel 3 y enrutamiento a nivel 2 como complementos

- **Ruteador.-** Es un dispositivo de propósito general diseñado para segmentar la red, con la idea de limitar tráfico de broadcast y proporcionar seguridad, control y redundancia entre dominios individuales de broadcast, opera en la capa tres del Modelo OSI. La principal virtud que nos ofrece este dispositivo es el aseguramiento en cuanto al satisfactorio enrutamiento de paquetes de datos entre redes. O en su defecto, ayuda a encontrar la mejor ruta que debería tomar el paquete de datos en cuestión.

Los ruteadores, principalmente, proporcionan una solución a la conectividad dentro de las empresas, entre las empresas e internet y en el interior de proveedores del servicio de internet.

- **Firewall.-** Es un programa de instalación que actúa a modo de filtro, bloqueando o permitiendo determinadas conexiones y transmisiones de datos desde o hacia Internet, es decir, actúa como una barrera entre la red y la PC.

Se debe utilizar para denegar las transmisiones de una red a la otra. Un uso típico es situarlo entre una red local y la red Internet, como dispositivo de seguridad para evitar que los intrusos puedan acceder a información confidencial.

- **Sistemas de Aprovisionamiento.**- Sirven para administrar y gestionar sus servicios de banda ancha de una forma amigable, permiten la reducción de tiempo, disminución de costos así como la simplificación en el despliegue de datos por lo que se disminuye al mínimo errores, facilita la activación, desactivación y suspensiones por falta de pago, permita un rápida y exacta distribución e identificación de RF, es posible diagnosticar problemas para que se realice mantenimiento preventivo no correctivo.

2.4.6 Estructura de la red HFC

En la Figura. 2.12. se muestra una típica red HFC

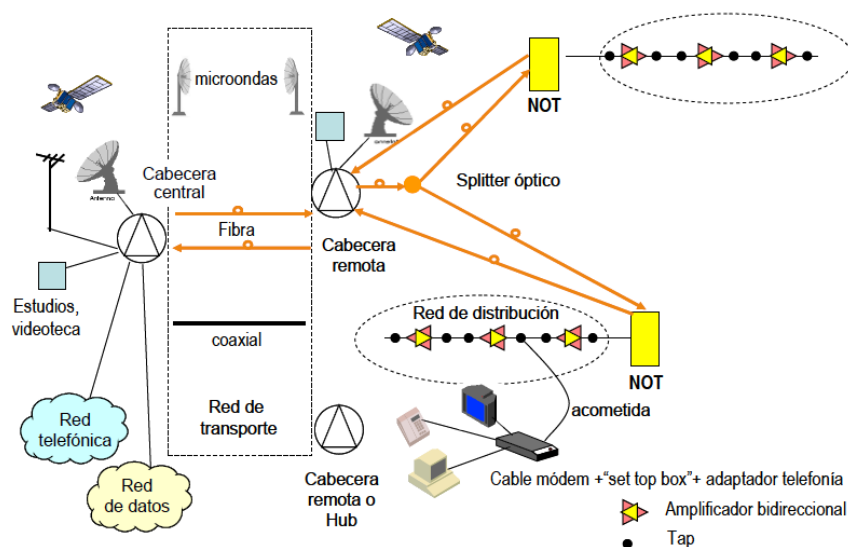


Figura. 2.12. Red HFC bidireccional¹⁵

2.4.6.1 Cabecera (Head-End)

La cabecera es la encargada de recibir y reunir toda la información de vídeo y audio que se va a difundir, modularla, multiplexarla, propagarla a los usuarios, monitorizar la red, supervisar su correcto funcionamiento, hacer la tarificación y control de los servicios prestados a los abonados, ver Figura. 2.12.

La cabecera suele formar parte de una red óptica que interconecta las cabeceras de servicios de varias poblaciones, como soporte de transporte de los servicios prestados.

¹⁵ http://oa.upm.es/2697/2/BERROCAL_LIBRO_2009_01.pdf, 4 de diciembre del 2011

Dentro de la cabecera se encuentra las antenas satelitales, antenas de recepción local y se mencionan a continuación.

Antenas satelitales

Son circuitos LC resonantes en determinadas bandas de frecuencias capaces de captar las emisiones satelitales que se hallan disponibles en la región gracias a los satélites geoestacionarios que son empleados por las empresas encargadas de distribuir Televisión abierta o pagada.

Cada antena posee un LNB, ver Figura. 2.13., este es un bloque de bajo ruido y es el corazón real de la antena de satélite. Básicamente, es un resonador con una cavidad que recibe en su final las señales del satélite enfocadas que se reflejan en la antena y entonces se procesan estas señales. Un interruptor electrónico adicional amplifica estas señales antes de que las envíe al cable y las convierte en una frecuencia más baja para minimizar la pérdida de señal en los cables.



Figura. 2.13. LNB

Antenas para Recepción Local

Este tipo de antenas son ampliamente utilizadas y permiten recibir los canales libres de televisión nacional, regional y local de UHF y VHF.

Las más utilizadas son las antenas Yagi-Uda, las cuales poseen una estructura simple de dipolo, combinado con elementos parásitos (*Cartoons*), conocidos como reflector y directores y que tiene un alto rendimiento, como se muestra en la Figura. 2.14.

Estas antenas son direccionales es decir hay que ubicarla de tal forma que apunte directamente a las repetidoras más cercanas, una recepción adecuada también depende de la distancia hacia las repetidoras, obstáculos intermedios como arboles, edificios, etc. y de la orografía del terreno.



Figura. 2.14. Antena Yagi

Aquí se muestra un diagrama de los distintos elementos:

- 1 : Elemento conductor
- 2 : Reflectores
- 3 : Guías de ondas
- 4 : Cable

Satelites

Son un medio muy apto para emitir señales de radio en zonas amplias o poco desarrolladas, ya que pueden utilizarse como enormes antenas suspendidas del cielo. Los satélites comerciales funcionan en tres bandas de frecuencias, llamadas C, Ku y Ka. La gran mayoría de emisiones de televisión por satélite se realizan en la banda Ku y banda C.

A continuación en la Tabla. 2.5., se presenta las bandas para uso satelital, sus frecuencias de trabajo y problemas

Tabla. 2.5. Bandas para uso Satelital

Banda	Frecuencia ascendente (GHz)	Frecuencia descendente (GHz)	Problemas
C	5,925 - 6,425	3,7 - 4,2	Interferencia Terrestre
Ku	14,0 - 14,5	11,7 - 12,2	Lluvia
Ka	27,5 - 30,5	17,7 - 21,7	Lluvia

Dentro de la cabecera se distinguen dos partes diferenciadas:

- Cabecera de servicios, origen de las señales que se transmiten a través de la red. Contiene los equipamientos y sistemas que permiten a los operadores prestar de manera integrada todos los servicios.
- Cabecera óptica o de transmisión, incluye el equipamiento óptico para soportar servicios a transmitir en la red, ver figura. 2.15

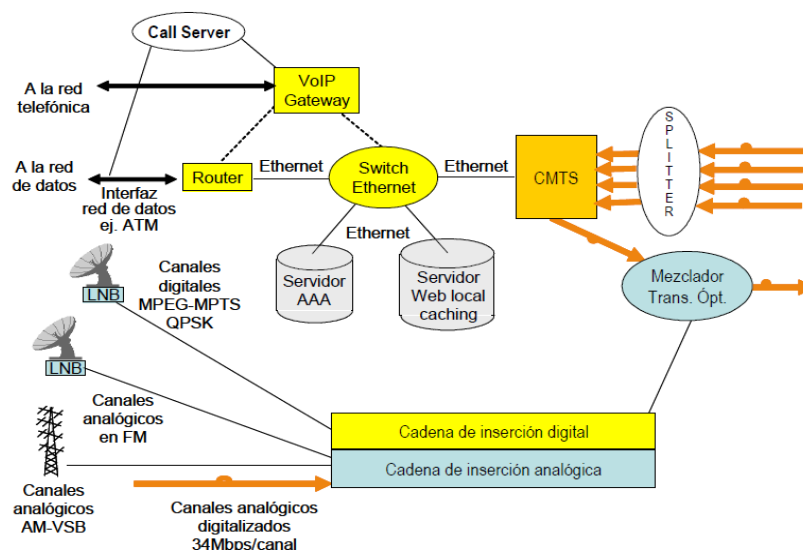


Figura. 2.15. Cabecera HFC para todos los servicios, telefonía IP¹⁶

2.4.6.2 Red troncal

Después que la información es procesada en la cabecera se entrega a la red troncal donde se utiliza fibra óptica, esta fibra tiene la ventaja de eliminar la larga serie de amplificadores de banda ancha que insertan mucho ruido y los fallos potenciales en el

¹⁶ <http://exa.unne.edu.ar/informatica/redes-ap/apuntesAlumnos/Tema5HFC.pdf>, 10 de diciembre del 2011

sistema de cable; los únicos amplificadores que permanecen entre la cabecera y el usuario son los de la red de distribución. Esta red se encarga de llevar la señal desde los puntos de origen hasta los puntos de distribución.

Es posible diferenciar partes en función de su cobertura y nivel de despliegue final, diferenciando:

- Red Trocal Primaria, es la red óptica que une la cabecera y los nodos Primarios, como se muestra en la Figura. 2.16. Suele seguir topologías en anillo o en estrella, mediante enlaces redundados. Dan cobertura a unos 15000 hogares.

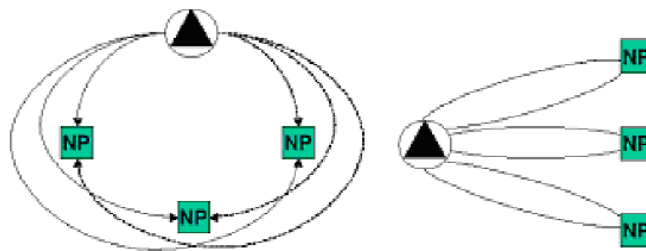


Figura. 2.16. Red Trocal Primaria¹⁷

- Red Trocal Secundaria, es una red óptica que une los nodos Primarios y los nodos Finales o nodos electro-ópticos. Poseen un nivel de cobertura de unos 500 hogares, como se puede apreciar en la siguientes Figuras. 2.17. y 2.18.

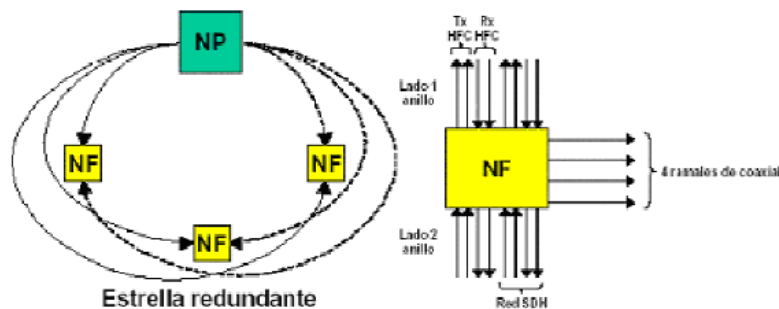


Figura. 2.17. Red Trocal Secundaria¹⁸

¹⁷ <http://exa.unne.edu.ar/informatica/redes-ap/apuntesAlumnos/Tema5HFC.pdf>, 12 de diciembre del 2011

¹⁸ <http://exa.unne.edu.ar/informatica/redes-ap/apuntesAlumnos/Tema5HFC.pdf>, 13 de diciembre del 2011

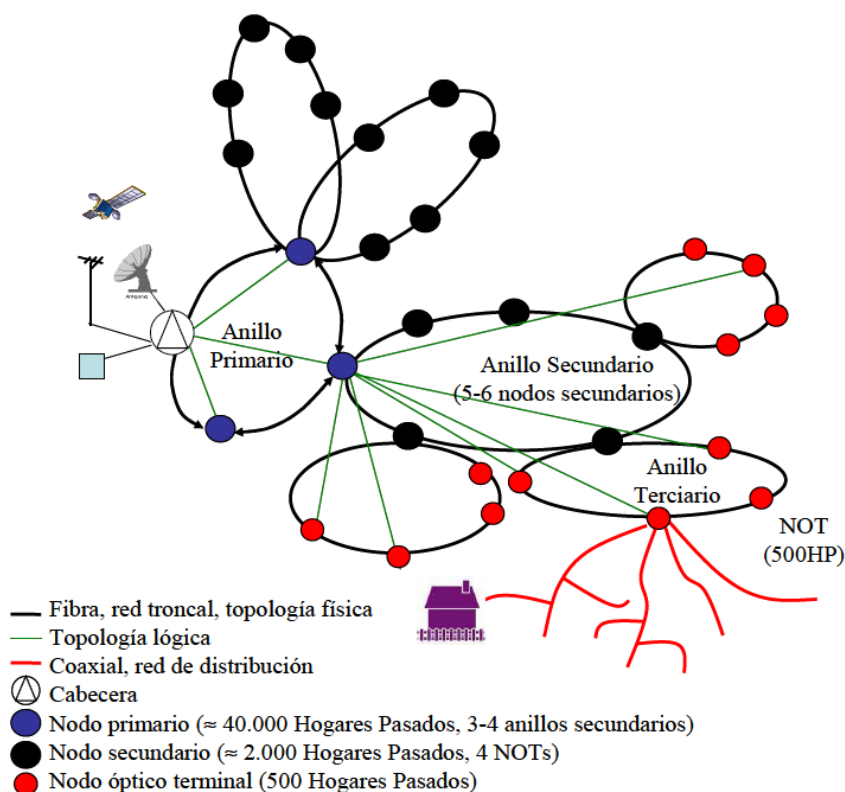


Figura. 2.18. Red Troncal a tres niveles, transmisión hacia el usuario ¹⁹

2.4.6.3 Red de distribución.

Se encarga de llevar las señales desde los puntos de distribución hasta los abonados. En los nodos secundarios las señales ópticas se convierten a señales eléctricas y se distribuyen a los hogares de los abonados a través de una estructura tipo bus de coaxial; cada nodo tiene capacidad para alimentar unos pocos cientos de hogares (500 es un tamaño habitual en las redes HFC), lo cual permite emplear cascadas de 2 ó 3 amplificadores de banda ancha como máximo. Con esto se consiguen unos buenos niveles de ruido y distorsión en el canal descendente (de la cabecera al abonado).

Dentro de esta se puede diferenciar tres partes:

- Red de distribución de coaxial, red de cable encargada de la conexión del nodo Final con el Punto de Conexión de Red, ver Figura. 2.19.

¹⁹ http://oa.upm.es/2697/2/BERROCAL_LIBRO_2009_01.pdf, 13 de diciembre del 2011

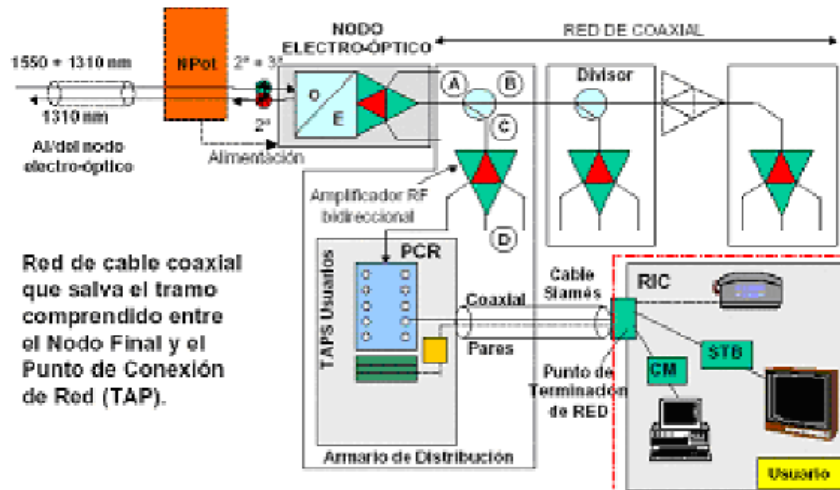


Figura. 2.19. Red de Distribución de Coaxial

- Acometida, es la parte de la red HFC que cubre el tramo de red en el edificio de acuerdo a los servicios solicitados, como se muestra en la Figura. 2.20. Está formado por equipamiento pasivo, como derivadores y repartidores de señal.

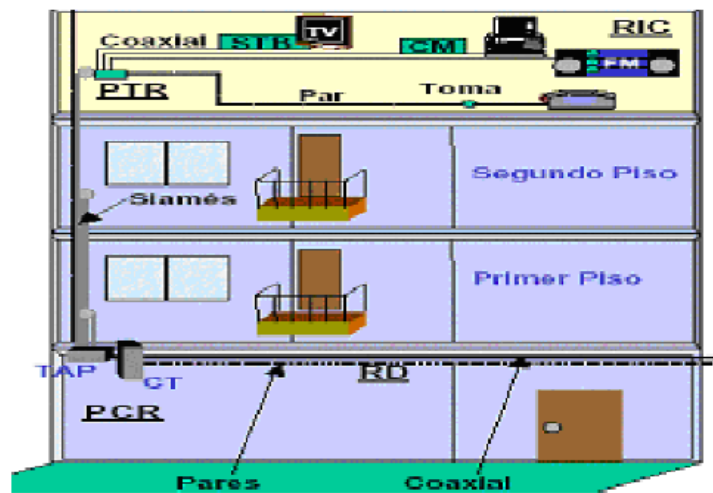


Figura. 2.20. Acometida

En la Figura. 2.21. se puede ver la red interior de cliente, formado por el cable coaxial donde se distribuyen los servicios. También puede llegar un par trenzado si el servicio telefónico es *overlay*.

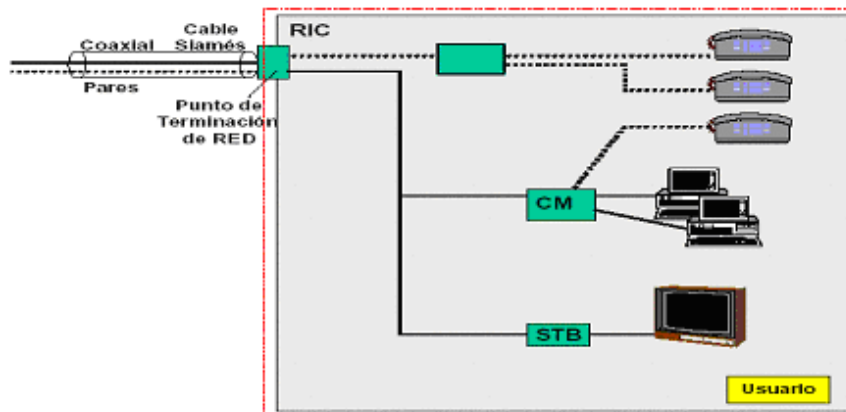


Figura. 2.21. Red Interior de Cliente

Amplificador de línea

Este tipo de amplificador se inserta en cascada en tramos regulares la línea de transmisión para compensar las pérdidas de la misma, también es utilizado para aumentar las líneas de abonado o acometidas que se pueden derivar de una extensión, su ganancia es de 20 a 40 dB. En las Figuras. 2.22. y 2.23., se muestra un amplificador de línea y su estructura interna



Figura. 2.22. Amplificador de línea

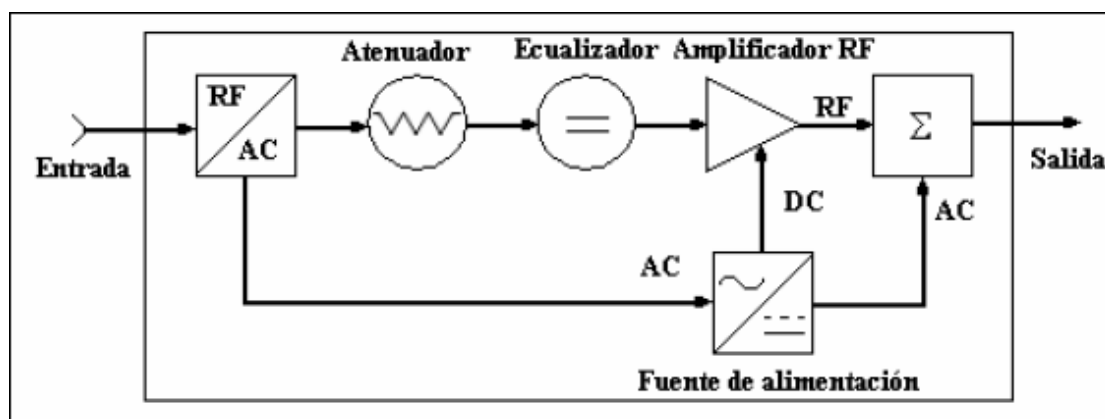


Figura. 2.23. Esquema de un Amplificador de Línea²⁰

Acoplador Direccional

Para evitar que la línea no ser cargue excesivamente por todas acometidas se utiliza una acoplador direccional para derivar la señal. Es un dispositivo de tres terminales, uno de ellos es para la entrada de señal, otro transporta la señal a través de la línea de enlace y el tercero deriva la señal de salida.

Estos dispositivos tienen una pérdida de inserción muy pequeña entre las señales de entrada y salida de la línea de enlace. Un valor típico es -1dB para la pérdida de inserción, y para la pérdida de derivación desde la entrada hasta la salida es -13dB.

La atenuación de la salida derivada respecto de la entrada varía según los modelos, siendo los valores típicos 7, 9, 12 y 16 dB. Los acopladores direccionales en conjunto pueden formar taps, combinadores o mezcladores utilizados en la cabecera de la red.

En las siguientes Figuras. 2.24. y 2.25. se puede observar su estructura interna y como se presenta comercialmente un acoplador direccional

²⁰ <http://theoldcatvequipmentmuseum.org/160/162/1623/index.html>, 14 de diciembre del 2011

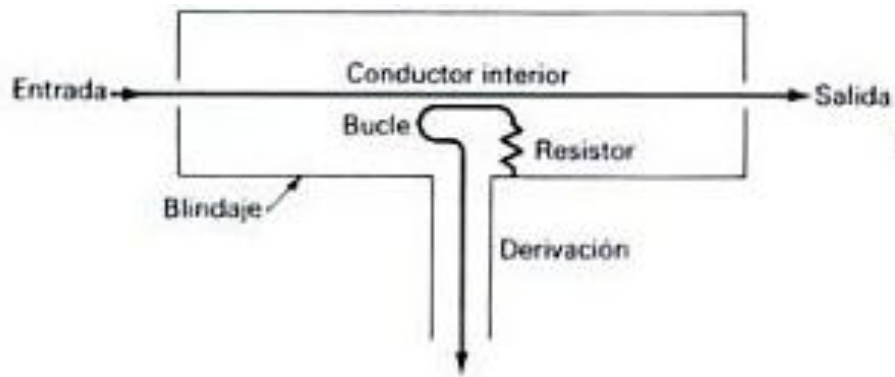


Figura. 2.24. Estructura de un Acoplador direccional

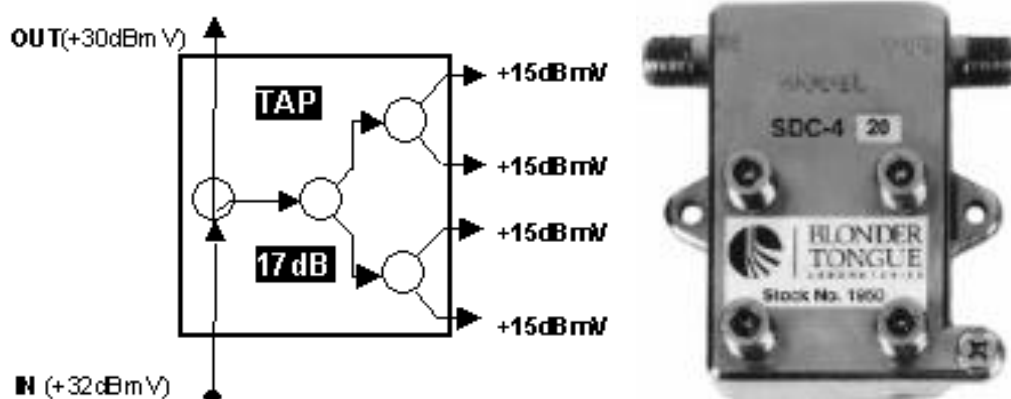


Figura. 2.25. Tap

Fuente de poder

Es la que se encarga de proveer la energía eléctrica para los elementos activos de la red (Amplificadores), se coloca en intervalos de larga distancia y el mismo cable coaxial se encarga de transportar el voltaje.

Se alimentan de corriente AC de 110V tomada de las líneas de energía del servicio eléctrico y proveen del voltaje necesario para el funcionamiento de los amplificadores de línea (60 V, 10 A AC).²¹

21

<http://books.google.com.ec/books?id=EjO70ghunOIC&pg=PA384&lpg=PA384&dq=amplificador+de+linea+tv&source=bl&ots=5Le4z4BFTn&sig=03DKS3jZRaf4zWjZ8-HyZrKiqWI&hl=es&sa=X&ei=VmMhT8e9D8XgggeQo4GDCQ&ved=0CG0Q6AEwDjgK#v=onepage&q=amplificador%20de%20linea%20tv&f=false>, 15 de diciembre del 2011

Splitter

Es un dispositivo pasivo el cual acepta una señal de entrada y entrega múltiples señales de salida con características de amplitud y fase específica. Ver Figura. 2.26.



Figura. 2.26. Splitter

Las señales de salida teóricamente poseen las siguientes características:

- Igual amplitud y relación de fase entre cualquiera de las dos señales de salida y alto aislamiento entre cada una de las señales de salida, es decir que una señal de salida no interfiere en las otras.
- Otra característica importante del splitter es que es un dispositivo bidireccional y al trabajar en sentido inverso, las señales que entran por los puertos de salida, salen sumadas “combinadas” por el terminal de entrada.

En la siguiente Figura. 2.27., se muestra algunos tipos de Splitter

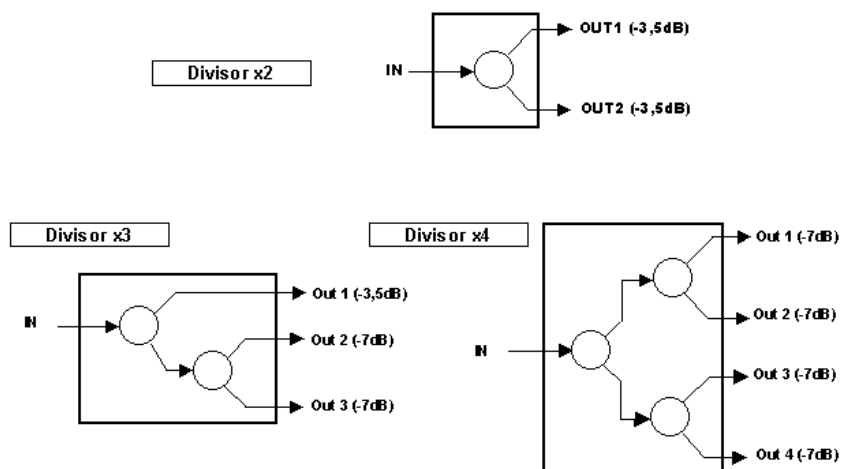


Figura. 2.27. Tipos de Splitters

2.4.6.4 Cable Modem

Es un tipo especial de módem diseñado para modular la señal de datos sobre una infraestructura de televisión por cable.

Básicamente es un módem por cable que cumple los estándares del sector en relación con la conectividad de datos de alta velocidad junto con un servicio de telefonía digital fiable, proporcionan prestaciones de cable modem router de datos y voz, de manera cableada (Ethernet) o inalámbrica, para conectar una variedad de dispositivos en el hogar o la oficina. Además, admiten un acceso de alta velocidad a servicios de datos y de voz altamente rentables. Los cablemódems se conectan a la red HFC mediante un conector de cable coaxial de tipo F, y al PC a través de una interfaz Ethernet 100BaseT. El PC debe disponer de una tarjeta de red. Se ofrecen: 10BaseT, 100baseT, Gigabit Ethernet, SDH, ATM, etc.

Los módems funcionan como puertas de enlace, pasando de un protocolo Ethernet al protocolo particular de la red de cable. En cabecera se hará el proceso inverso, se convierte el protocolo del cable en algunos de los estándares seleccionados, también realiza ciertas funciones de control sobre el sistema.

Los sistemas de módems de cable no requieren una topología de red concreta, más bien que se cumplan ciertas normas de calidad en la comunicación de extremo a extremo.

Elementos de Red de Cable-modems

- CMTS = *Cable Modem termination System*.- Router que actúa como interfaz entre la red de datos y la red de RF.
- CM = *Cable-modem*.- Modem que actúa como interface entre la PC del cliente y la red de RF
- Servidores de “*Back Office*”
 - TFTP = *Trivial File Transfer Protocol*
 - DHCP = *Dinamic Host Configuration Protocol*
 - ToD = *Time of Day*

En la Figura. 2.28. se detalla una red de Cable Modem

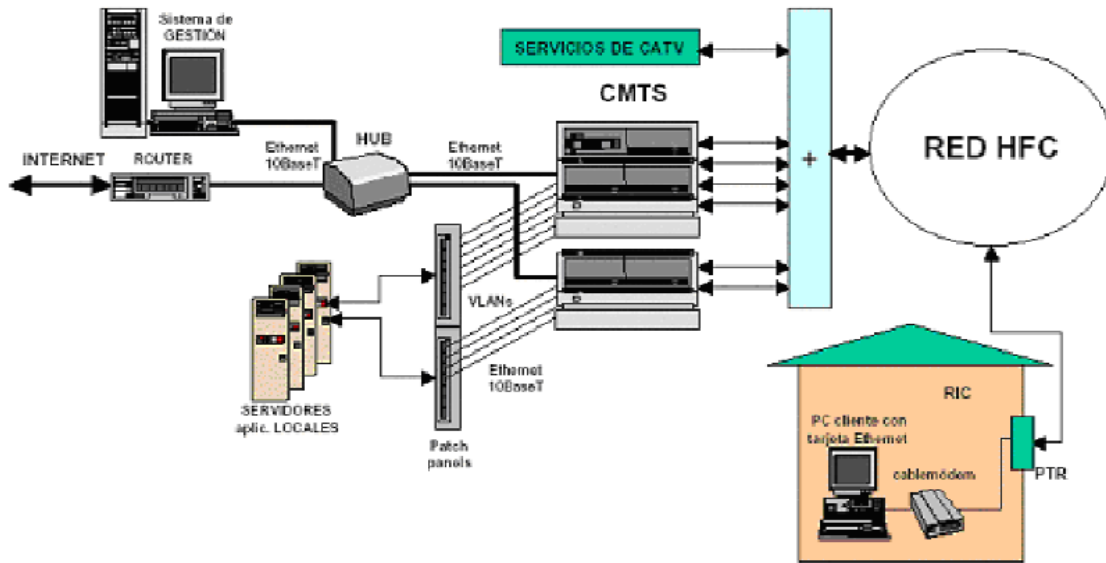


Figura. 2.28. Red de Cable-modems

Estructura del Cable Modem

La estructura básica de un cable modem consta de sintonizador, demodulador, modulador y control de acceso al medio como se observa en la Figura. 2.29.

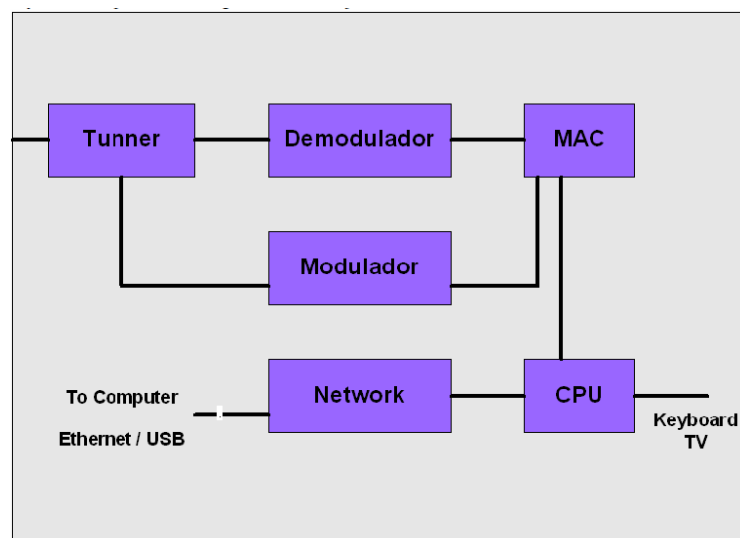


Figura. 2.29 Estructura del Cable modem

Sintonizador: Este dispositivo se conecta a la salida del cable, en ocasiones se adiciona un "splitter" que separa el canal de datos del Internet de la programación CATV normal.

Recibe una señal digital modulada y la entrega al modulador, a veces cuenta con un "duplexor" que permite al sintonizador usar un conjunto de frecuencias para el *downstream* (42-850MHz) y otro para el *upstream* (5-42MHz).

Demodulador

Es un equipo que separa las señales que recibe el receptor, en pocas palabras cuando llega una señal modulada generalmente en QPSK, es decir llega la portadora (la que contiene la información), la demodulación ocurre cuando te deshaces de la portadora y te quedas con la de la información.

Sirve para la banda de los canales nacionales que se reciben desde la repetidora y se extraen de sus respectivos portadores el video y el audio.

Tiene cuatro funciones:

- Conversión de la señal modulada (QAM) en una señal simple.
- Conversión de la señal análoga en digital.
- Sincronización de las tramas, para asegurar que se encuentran en línea y en orden.
- Verificación de Errores.

Modulador

Son los encargados de poner la portadora en una banda base de video y audio, combina señales de video y audio y las convierte en señales de radio frecuencia para ser distribuidas por un sistema de cable. La portadora de video se encuentra a 1.25 MHz arriba del límite inferior del canal frecuencial. La señal de video (AM) tiene 4.75 MHz de ancho de banda efectivo; 0.75 MHz para la banda lateral inferior y 4 MHz para la banda lateral superior.

La señal de audio (FM) tiene un ancho de banda de 0.5 MHz en total, con una desviación máxima de +/- 25 KHz para una modulación del 100 %. En la transmisión de señales de TV a color, se tiene una subportadora de color ubicada a 3.58 MHz de la portadora de video. Esta subportadora se modula en amplitud y fase para codificar la información de color.

A continuación en la Figura. 2.30. se presenta el espectro y ancho de banda de un canal de TV

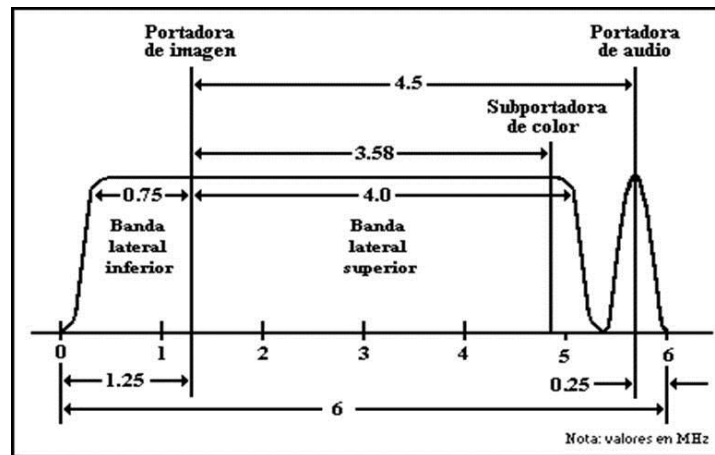


Figura. 2.30. Espectro y ancho de banda de un canal de televisión (video y audio)

Combinador

Este equipo es el encargado de mezclar todas las señales provenientes de los moduladores para que puedan ser transmitidas por una sola línea de transmisión.

Las frecuencias de las señales deben ser distintas para no producir interferencia, los mezcladores están basados en filtros pasa banda, elimina banda, pasa alto y pasa bajo. Todos los equipos de cabecera funcionan con la energía de la red de distribución eléctrica.

Control de Acceso al Medio: Todos los dispositivos de una red tienen un componente de acceso al medio, en el caso de los Cable Modems, estas tareas resultan complejas.

En la mayoría de los casos, algunas funciones MAC son asignadas a un microprocesador (del Cable Modem, o del usuario del sistema).

Clases de Modems

Implementan los niveles físico y de control de acceso MAC, transparentando la comunicación de datos tipo red de área local.

Algunos módems implementan funciones de red y de transporte permiten que construir distintos tipos de aplicaciones sobre ellos. Se clasifica según esto en tres clases:

- Los que implementan el nivel físico y MAC de forma transparente, comportándose como simples puentes, dejando a elección del usuario el utilizar cualquier tipo de protocolo sobre ellos.
- Con funcionalidad de routing IP que transportan tráfico IP de forma transparente entre los usuarios y cabecera.
- Modems basados en ATM.

2.4.7 Estándares de la tecnología HFC

Gracias a la búsqueda de nuevos negocios de los operadores de Cable y Fabricantes de CATV en los 90's se creó CableLabs como un ente regulador y desarrollador dentro de este tipo de tecnología y en la actualidad existen diferentes estándares de normalización asociados a los servicios de acceso de datos en las redes HFC. Estos servicios, son principalmente los de datos y acceso a Internet. Los mismos están basados en los cable-módems, que son los equipos encargados de ser pasarela que permita convertir las redes de cable en redes transparentes para la transmisión de datos de alta velocidad. En la actualidad existen tres tipos de normalizaciones diferentes: *DOCSIS*, *EuroDOCSIS* y *DVB-RCC*.

2.4.7.1 DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification).

El estándar DOCSIS (*Data Over Cable Service Interface Specification*), desarrollado por el consorcio CableLabs, es quizá el más importante dentro del ámbito de las redes de cable. Prueba de ello es su aceptación como estándar por UIT [6], ETSI [7] y SCTE (*Society of Cable Telecommunications Engineers*). Hasta la fecha, se han definido cuatro versiones de DOCSIS. En la Tabla. 2.6. se indican, de manera resumida, algunas de las principales características de cada versión.

Se trata de un estándar no comercial 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). Es

utilizado por muchos operadores de cable para proveer acceso a internet sobre sus infraestructuras HFC (red híbrida de fibra óptica y coaxial).

Tabla. 2.6. Versiones DOCSIS

Estándar	Prestaciones	Servicios y beneficios
DOCSIS 1.0 5 Mbit/s de subida	Especificación estándar	Alta velocidad de datos Acceso a Internet
DOCSIS 1.1 10 Mbit/s de subida	Calidad de Servicio Seguridad	Doble capacidad en retorno Bajo costo
DOCSIS 2.0 <i>Advanced PHY</i> 30 Mbit/s de subida	S- CDMA A-TDMA	Servicios simétricos Punto-a-Punto <i>Business-to-business (B2B)</i>
DOCSIS 3.0 Cualquier capacidad (en ambos sentidos)	Vinculación de canales QoS para <i>multicast</i> IPV6	Vídeo sobre IP

Uno de los aspectos más importantes que introdujo la versión DOCSIS 1.1 es el soporte de servicios con garantías de QoS, para servicios sensibles al retardo. Este tipo de servicios se añade al servicio sin garantías (*best effort*), el único considerado en DOCSIS 1.0.

La versión DOCSIS 2.0 introdujo una serie de novedades adicionales, incluyendo las que permiten el desarrollo de módems de bajo coste, el soporte de servicios simétricos, mayor inmunidad frente al ruido y servicios IP *multicast*. Esta versión define también dos nuevos métodos de modulación: S-CDMA (*Synchronous Code Division Multiple Access*) y A-TDMA (*Advance frequency agile Time Division Multiple Access*).

Otro de los aspectos más destacables del estándar DOCSIS 2.0 es la especificación de una arquitectura abierta, cuya estructura básica se ilustra en la Figura. 2.31. Por último, cabe señalar que el estándar DOCSIS 2.0 garantiza la compatibilidad con las versiones DOCSIS 1.0 y 1.1.

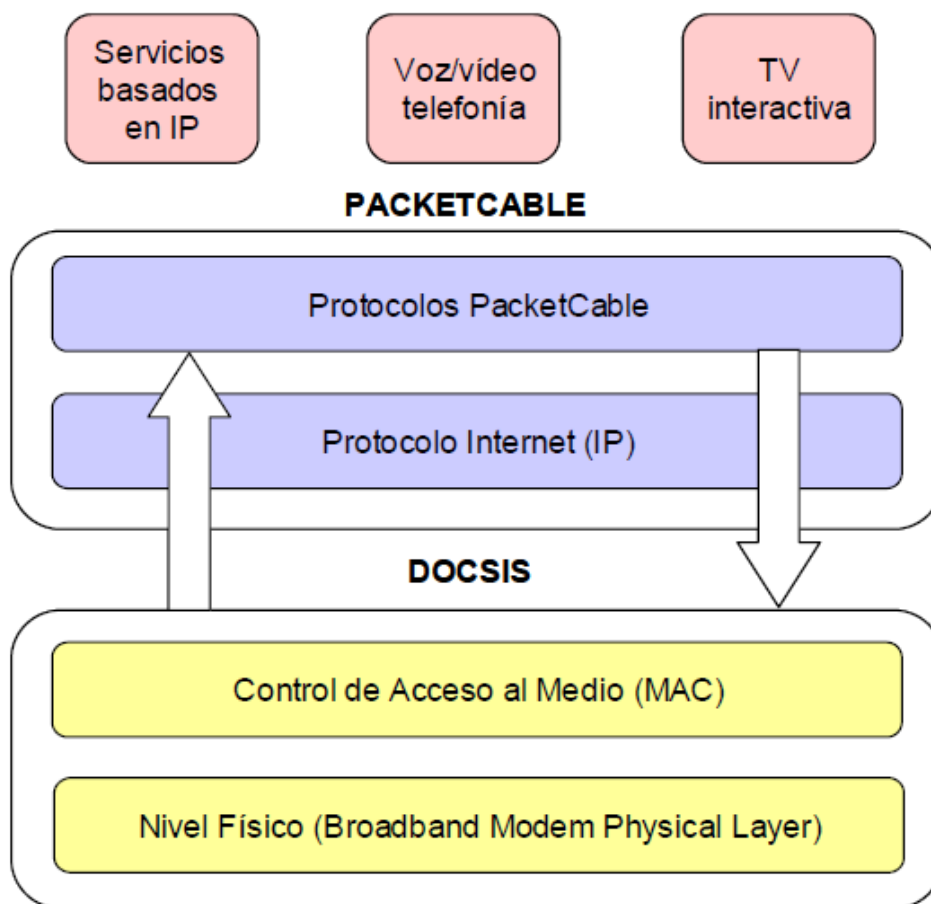


Figura. 2.31. Arquitectura abierta de DOCSIS 2.0

Entre las novedades que aporta DOCSIS 3.0 se pueden destacar: la vinculación de canales (que como se ha visto permite canales de ancho de banda “a medida”) soporte para IPv6, soporte para IP *multicast* y mejoras en la seguridad. La compatibilidad con las versiones anteriores también está garantizada.²²

A continuación se muestra la Figura. 2.32., con la correspondencia de DOCSIS con el modelo OSI

²² http://oa.upm.es/2697/2/BERROCAL_LIBRO_2009_01.pdf, 20 de diciembre del 2011

OSI	DOCSIS	
Capas Superiores	FTP, SMTP, HTTP, etc.	
Transporte	TCP / UDP	
Red	IP	
Enlace	IEEE 802.2	
Física	Upstream	Downstream
	TDMA (mini slots) 5-42 (65) MHz QPSK/16QAM	TDMA (MPEG) 42(65)-850 MHz 64/256-QAM
	HFC	

Figura. 2.32. Correspondencia de DOCSIS con el Modelo OSI

En las siguientes Figuras. 2.33. y 2.34. se puede apreciar algunas características de DOCSIS

TASAS DE TRANSFERENCIA DE CANAL "DOWNSTREAM"				
Tipo de modulación	Ancho de banda del canal	Tasa de transferencia de símbolos (Msim/seg)	Tasa total de transferencia de datos	Tasa nominal de transferencia de datos
64-QAM	6 MHz	5.056941	30.34 Mbps	~27 Mbps
256-QAM	6 MHz	5.360537	42.88 Mbps	~38 Mbps

TASAS DE TRANSFERENCIA DE CANAL "UPSTREAM"					
Ancho de banda del canal	Tasa de transferencia de símbolos (sim/seg)	Tasa total de transferencia de datos en QPSK	Tasa nominal de transferencia de datos en QPSK	Tasa total de transferencia de datos en 16-QAM	Tasa nominal de transferencia de datos en 16-QAM
0.20 MHz	160	0.32 Mbps	~0.3 Mbps	0.64 Mbps	~0.6 Mbps
0.40 MHz	320	0.64 Mbps	~0.6 Mbps	1.28 Mbps	~1.2 Mbps
0.80 MHz	640	1.28 Mbps	~1.2 Mbps	2.56 Mbps	~2.3 Mbps
1.60 MHz	1280	2.56 Mbps	~2.3 Mbps	5.12 Mbps	~4.6 Mbps
3.20 MHz	2560	5.12 Mbps	~4.6 Mbps	10.24 Mbps	~9.0 Mbps

Figura. 2.33. Estándares de Transmisión definidos por DOCSIS



Figura. 2.34. Distribución de Frecuencias DOCSIS

2.4.7.2 DVB-RCC (*Return Channel Cable*)

Fue definido para los *STB's* y extendido para facilitar a los cable-módems y Cabeceras (*INA- Interactive Network Adapter*) la compatibilidad con los Set-Top-Box DVB desplegados hasta ese momento (basados en el estándar DVB-C). Así este estándar es atractivo para el mercado europeo, ya que muchos de los operadores han desplegado activamente unidades basadas en DVB, con la consiguiente necesidad de adaptar sus redes a los nuevos servicios de datos. El estándar se ha definido para ser soporte de clases de servicio mejor esfuerzo y baja latencia. El estándar además complementa los servicios de TV, cumpliendo los estándares de TV europea. En la siguiente Figura. 2.35. se puede ver la distribución de frecuencias que presenta DVB-RCC

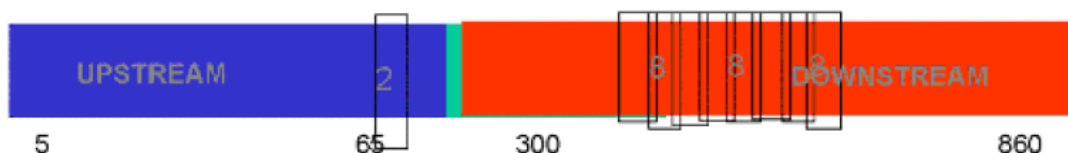


Figura. 2.35. Distribución de Frecuencias DVB-RCC

2.4.7.3 EuroDOCSIS.

El EuroDOCSIS es un estándar nacido como extensión de DOCSIS, con el objetivo de cumplir los estándares europeos de televisión, y adaptarse así a las exigencias de estos. Fue creado con el objeto de que los operadores europeos de cable pudieran explotar los altos volúmenes de productos DOCSIS, que se comercializan desde 1998.

Así los costes asociados a estos no se dispararían por problemas de compatibilidades y estandarización. Este estándar provee de servicios y rendimientos similares a los prestados por DVB-RCC, si bien el nivel de integración con los *STB's* es ligeramente inferior. Así la adaptación es debida a que los estándares de TV europeos contemplan un canal de retorno de entre 5-62 MHz, y unos canales con un ancho de banda de 8MHz.

En la Tabla. 2.7. y Figura 2.36. se presentan las características de EuroDOCSIS

Tabla. 2.7. Canales descendentes en DOCSIS y EuroDOCSIS

	DOCSIS		euroDOCSIS	
Banda	111 a 867 MHz (opcional hasta 999)		112 a 858 MHz	
Canales	6 MHz		7/8 MHz (8 MHz para datos)	
Símbolo/s (Baudios)	64QAM	5,056941 M	6,952 M (tanto para 64QAM como para 256QAM)	
	256QAM	5,360537 M		
Régimen binario (bit/s)	64QAM	30,341646 M	64QAM	41,712 M
	256QAM	42,884296 M	256QAM	55,616 M
Capacidad con vinculación de canales	160 Mbit/s		160 Mbit/s	

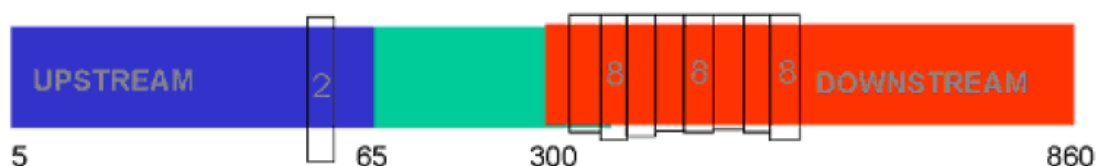


Figura. 2.36. Distribución de frecuencias euro DOCSIS

2.4.7.4 OpenCable

Es un estándar definido por la Cable TV Industry, para permitir la interoperatividad multivendedor entre el Set-Top-Box y cabeceras video, su objetivo es definir la especificación hardware y software de una plataforma común para el desarrollo de servicios interactivos (*OpenCable Applications Platform, OCAP*), salvando el problema de los sistemas operativos propietarios. Dentro de este proyecto participan noventa compañías diferentes, entre las que se encuentran ATT, Microsoft, Motorola, Philips y Siemens.²³

2.4.8 Servicios y aplicaciones de la tecnología HFC

La tecnología HFC, destaca por ser una de las pocas en tener la capacidad de soportar todos los servicios demandados en la actualidad sin limitaciones considerables.

²³ http://oa.upm.es/2697/2/BERROCAL_LIBRO_2009_01.pdf, 25 de diciembre del 2011

Se ofrecen un amplio abanico de servicios y aplicaciones que actualmente se encuentran operativas y son:

- Distribución analógica de TV analógica terrenal
- Distribución analógica de TV analógica por satélite
- Distribución analógica de TV digital por satélite
- Distribución de canales de radio FM
- Telefonía integrada.
- Servicios de pago por visión (PPV)
- Acceso a Internet (conmutado y mediante cablemódem)
- Servicios y videojuegos interactivos.
- Acceso a bases de datos, etc

Se prevé que se introducirán nuevos servicios sobre los actuales y estos son:

- Soporte transporte TV Digital
- EPGs.(Guías Electrónicas de Programación)
- PPV (*Paid Per View*).
- nVOD, VOD (*Video on Demand*)
- DAB (*Digital Audio Broadcasting*)
- Videotelefonía a través del televisor.
- Banca-e, comercio-e.
- Teleadministración, demótica.
- Anuncios interactivos.
- Acceso a Internet a través del TV.
- Portales TV.

Al parecer HFC se encuentra en una posición ideal para plantearse como la solución global de acceso.

CAPITULO 3

DISEÑO DE LA RED E INFRAESTRUCTURA HFC

3.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE LA RED ACTUAL

3.1.1 Infraestructura de la Empresa de tv por cable “Parabólica del Norte”.

Parabólica del Norte es una empresa que posee una concesión autorizada para operar el servicio de televisión por cable en la ciudad de Atuntaqui.

3.1.1.1 Componentes de un sistema de Tv por cable

La estructura típica de una red de cable utiliza una “topología tipo árbol”, como se puede ver en la Figura. 3.1.

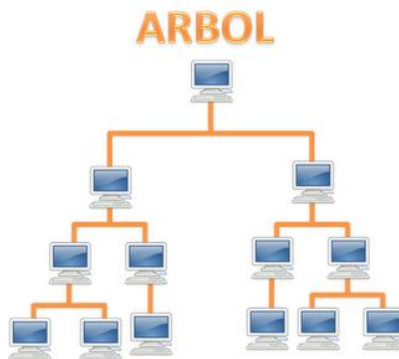


Figura. 3.1. Topología tipo Árbol

Existen cinco partes principales en un sistema de cable:

- La cabecera,
- La red troncal,
- La red de distribución,
- La acometida y
- Los equipos terminales (equipo de suscriptor).

3.1.1.1.1.Cabecera.- es el punto de origen de las señales a transmitir. Cuenta con antenas parabólicas para recibir señales satelitales, antenas de alta ganancia para tv abierta, sistemas de procesamiento de la señal y estudios de producción (sólo en algunos casos).

3.1.1.1.2.Red Troncal.- Esta conformada por cable coaxial RG-500 y amplificadores de línea unidireccionales distribuidos dependiendo de la demanda de los usuarios y la atenuación de la señal.

3.1.1.1.3.Red de distribución.- Está compuesta por una estructura tipo bus de coaxial RG-11 que lleva las señales descendentes hasta la última derivación antes del hogar del abonado, se conecta a la red troncal mediante un amplificador puente y pasa por enfrente de las casas, generalmente a un lado de los cables de luz.

3.1.1.1.4.Acometida.- es un cable coaxial flexible utilizado para llevar la señal desde el cable de distribución hasta la casa. Es necesario mencionar otros equipos que sirven para interconectar las redes mencionadas y son:

Tap.- es la interfaz entre el cable troncal y el cable de distribución, así como entre el cable de distribución y la acometida.

3.1.1.1.5.Caja decodificadora (equipo terminal).- acondiciona la señal para poder ser reproducida en una televisión no fabricada con la capacidad de desplegar todos los canales que el cable transporta, o bien, sirve como filtro para proporcionar al suscriptor únicamente los canales que ha pagado.

En los casos más sencillos, el equipo terminal es la televisión del suscriptor, si se necesita, se coloca un decodificador entre el cable y la televisión y normalmente se utiliza cable coaxial entre el equipo terminal y el tap de la red de distribución.

En la Figura. 3.2., se muestra la estructura de un sistema de TV por cable

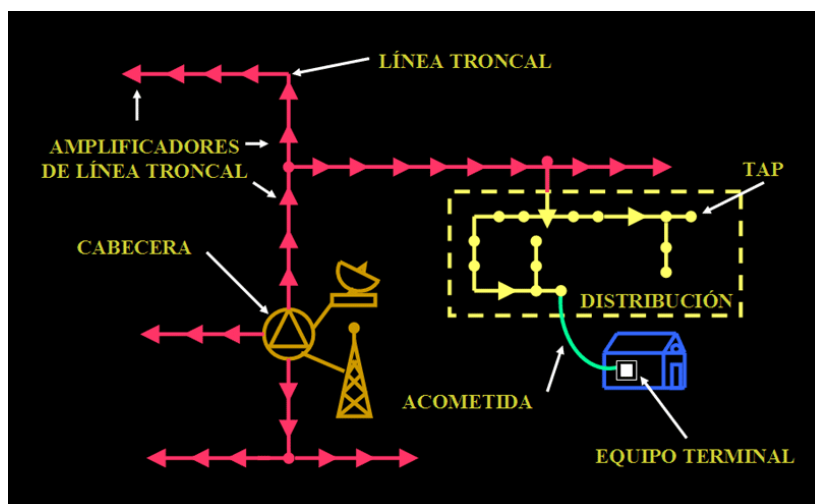


Figura. 3.2. Sistema de Tv por cable²⁴

3.1.2 Estación Terrena.

Las estaciones terrenas controlan la recepción con/desde el satélite, regula la interconexión entre terminales, administra los canales de salida, codifica los datos y controla la velocidad de transferencia.

Consta de 3 componentes:

- Estación receptora: Recibe toda la información generada en la estación transmisora y retransmitida por el satélite.
- Antena: Debe captar la radiación del satélite y concentrarla en un foco donde está ubicado el alimentador.

Una antena de calidad debe ignorar las interferencias y los ruidos en la mayor medida posible.

- Estación emisora: Esta compuesta por el transmisor y la antena de emisión.

²⁴ <http://www.krconsult.com/cursos/redes2/redcab.htm>, 26 de diciembre del 2011

La Estación terrena de la empresa Parabólica del Norte se encuentra en las calles 2 de Marzo y Bolívar, ver Figura. 3.3., y su ubicación geográfica es:

Latitud: Norte 00°19.768’

Longitud: Oeste 78°13.149’

Altura: 2424 msnm.



Figura. 3.3. Estación Terrena “Parabólica del Norte”

3.1.2.1 Cabecera de la red

Se puede decir que dentro de la estación terrena se encuentra la Cabecera de la red (*head-end*) y está equipada para la prestación del servicio de difusión de televisión, también se la llama CRC (centro de recepción y control) y es donde se sitúan los equipos de recepción, tratamiento y transmisión de las señales de televisión.

La cabecera de la empresa Parabólica del Norte cuenta con antenas satelitales las cuales son las encargadas de receptor las señales de TV desde satélites, fuentes de radiodifusión aérea, microondas, etc., por medio de un LNB (*Low Noise Block*) para ser amplificadas y convertidas.

Las señales provenientes del satélite son sintonizadas por un receptor satelital de audio y video y decodificadas en caso de que sean enviadas con formatos de codificación (MPEG-2, etc.), para luego obtener una señal modulada en el canal

adecuado. Las señales ya colocadas en un canal distinto gracias a la modulación son agrupadas en un combinador con las señales locales de televisión (las mismas que pasan por un procesador de señales, donde son filtradas, amplificadas y ecualizadas.), y por último la señal compuesta es enviada a la red por medio de un amplificador y transmisor, como se muestra en la Figura. 3.4.

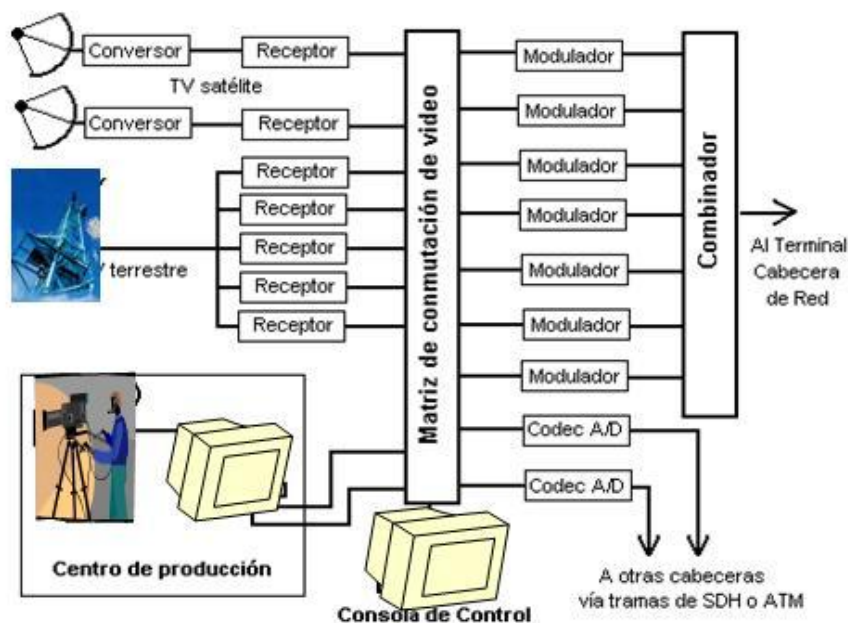


Figura. 3.4. Cabecera de CATV

3.1.3 Satélites

Dentro de los satélites utilizados por la empresa se puede mencionar:

Intelsat 11 - 14.- es el mayor proveedor de servicios de comunicaciones por satélite del mundo. Posee y opera un sistema de satélites que proporciona cuatro grandes servicios principalmente, para usuarios en más de 200 países, en todos los continentes. Estas categorías son: servicio público de telefonía conmutada, línea privada (red de servicios para negocios), servicios de retransmisión (Audio y video), servicios nacionales y regionales.²⁵

Panamsat 9.- Sistema global de telecomunicaciones, utilización para señales de radio, televisión, datos, circuitos punto-punto, videoconferencias. Cobertura América y parte de Europa. Grupo Panamsat (203)622-6664 USA.

²⁵ http://www.upv.es/satelite/trabajos/pract_8/intelsat/intro.htm, 27 de diciembre del 2011

Intelsat 805 - 806 - Intelsat NSS806.- Uso de telefonía pública, datos, video, voz, cobertura América, parte de Europa y Africa. Grupo Intelsat (202)9446800 USA.

3.1.4 Recepción Satelital

En la Figura. 3.5., se puede observar las antenas parabólicas con la que cuenta la empresa Parabólica del Norte



Figura. 3.5 Antenas de “Parabólica de Norte”

Para recibir las señales satelitales “Parabólica del Norte” cuenta con antenas parabólicas de recepción satelital las cuales se indican en el ANEXO A6.

Receptor satelital

Cuando el LNB envía la señal por medio de una guía de onda, esta llega a un receptor el cual sintoniza la señal a la frecuencia de portadora que será procesada de todas las portadoras recibidas por la antena., también permite la descompresión y decodificación de la señal digital comprimida en formato MPEG-2 abierta y en formato DVB (*Digital Video Broadcasting*).

Luego del receptor se encuentra el modulador el cual pone los datos en una portadora, una vez moduladas todas las señales de los canales estas convergen en un

combinador que las multiplexara y finalmente ser enviadas a la red de cable por medio de un amplificador

3.1.5 Características y configuración de la red de cable coaxial.

Desde la salida del amplificador de la *Head-End* inicia la red de cable coaxial y está compuesta de las siguientes partes:

3.1.5.1 Red troncal

Es utilizada para el transporte de las señales de CATV en las frecuencias del canal RF para grandes distancias, también se recurre a esta para interconectar varias redes.

Está constituida por amplificadores, troncales, y el cable coaxial RG-500. Se utiliza el cable RG-500 por que provee un gran ancho de banda y es capaz de reducir las pérdidas al mínimo.

3.1.5.2 Red de Distribución

Esta red se conecta a la Red troncal y está encargada de distribuir la señal de CATV hacia los abonados. Está formada por amplificadores o Line Extender, fuentes de poder, acopladores direccionales, splitters, taps, y la línea de transmisión coaxial RG-11. Cada salida de un amplificador provee una señal de 45 a 50 dBm, la ganancia típica de estos es alrededor de 20 y 22 dB.

3.1.5.3 Acometida

Es el cable coaxial que constituye la parte final de la red de cable, generalmente se utiliza cable RG-6. Su finalidad es conectar los equipos del cliente a la red de cable mediante un tap (derivador) para dar el servicio de video, la terminación utiliza un conector tipo F, ver Figura. 3.6., que va directamente al Televisor del abonado debido a que “Parabólica del Norte” ofrece video decodificado, es decir no es necesario un decodificador.

Si existen múltiples receptores en las instalaciones del suscriptor, se utiliza un divisor de señales (Splitter) para que la señal llegue individualmente a cada aparato receptor.



Figura. 3.6. Conector Tipo F

3.1.6 Descripción del servicio que ofrece a los usuarios del sistema

Parabólica del Norte es una empresa dedicada a la distribución de televisión por cable decodificada, es decir que el abonado no requiere un decodificador, ofrece una gran variedad de canales para todos los gustos como canales de noticias, deportes, entretenimiento, educación, etc.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Al realizar el levantamiento de la información de la infraestructura, equipos con los que cuenta la empresa Parabólica del Norte se plantea que para poder ofrecer un paquete de servicios convergentes es necesaria una inevitable migración hacia una red HFC, la misma que proveerá el ancho de banda y el flujo bidireccional de datos necesarios, de esta manera proyectar a la empresa a ser el principal proveedor de este tipo de servicios en la ciudad de Atuntaqui.

3.3 USUARIOS POTENCIALES

La ciudad de Atuntaqui tiene una población aproximada de 20.000 habitantes y alrededor de 8000 hogares, Parabólica del Norte actualmente brinda servicio a 700 usuarios, el objetivo es acaparar al 50 % de los hogares estimando un potencial de 4000

clientes y que estos puedan recibir los servicios que a futuro podrá ofrecer la empresa gracias a la red HFC.

3.4 PRODUCTOS O SERVICIOS A BRINDAR

Entre los servicios que se pretenden brindar se tienen los siguientes:

- Televisión Analógica y Digital
- Internet Banda Ancha
- Transmisión de Datos
- Telefonía (VoIP)

3.4.1 Servicio de distribución de TV (Analógica y Digital)

Las redes HFC son una evolución de las antiguas redes de distribución de televisión por cable las CATV, totalmente coaxiales, en las que se ha sustituido el cable coaxial por fibra óptica, a excepción del último tramo, el del acceso al Cliente, que permanece en coaxial (pues su sustitución por fibra no tendría sentido económico) mientras que las antiguas redes de CATV sólo soportaban la distribución de televisión en formato analógico (PAL, NTSC), las redes HFC añaden nuevos servicios, como: distribución de televisión digital (MPEG-2/4), datos, telefonía, etc, en la Figura. 3.7., siguiente se detalla la división del ancho de banda en las redes HFC.

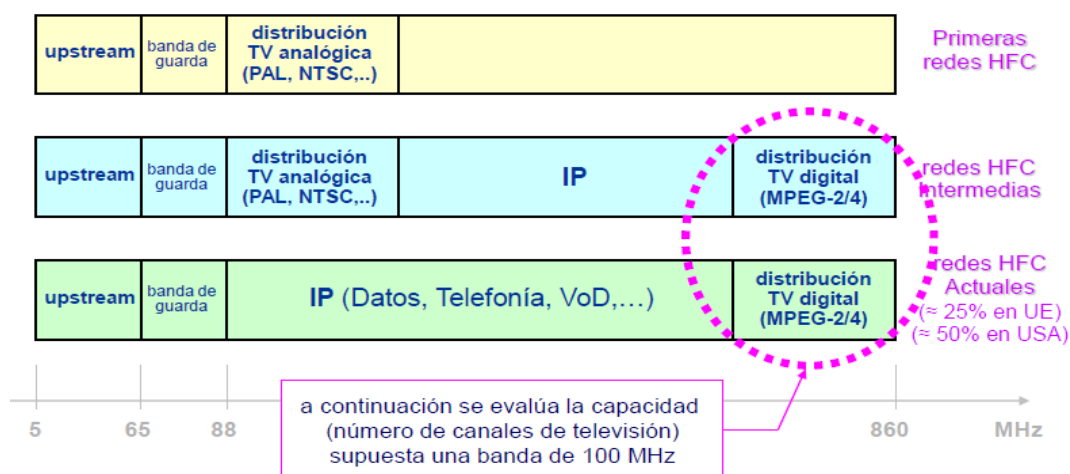


Figura. 3.7. División del Ancho de banda en las redes HFC

- TVD (**MPEG-4**) -> 2 Mbps/canal
- 64-QAM
- B = **100** MHz
- más un 10% para Cabeceras.

$$N_{canales} = \frac{100 \cdot 6}{3,5 \cdot 1,1 \cdot 1,2} = 129,8 \rightarrow 129 \quad (3.1)$$

Parabólica del Norte tiene la política de brindar el servicio de VoD con canales decodificados, es decir el usuario no requiere de un *Set Top Box* o decodificador para poder disfrutar de todos los canales de TV, como se muestra en la Figura. 3.8.

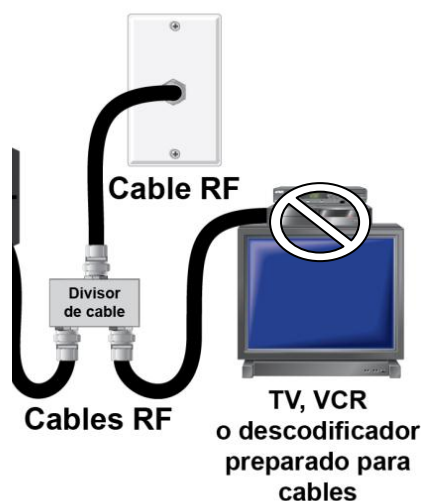


Figura. 3.8. VoD²⁶

3.4.2 Los servicios de Internet y datos

Se basan en conmutación de circuitos y conmutación de paquetes o celdas (IP, ATM, Frame Relay y X.25), aplicables a soluciones Internet/Intranet, acceso a servidores multimedia, interconexión de LANs y redes privadas virtuales (VPN).

Para que se pueda ofrecer el servicio de Internet a través de la red HFC es posible tomar uno de estos canales de 6 MHz de ancho de banda y compartirlo con un

²⁶http://ocw.upm.es/teoria-de-la-senal-y-comunicaciones-1/sistemas-de-telecomunicacion-2011/Contenidos/Material_de_clase/t.4/apuntes/4_sistemas_acceso_hibridos_HFC_2011_.pdf, 27 de diciembre del 2011

grupo de usuarios para el acceso a Internet, sin que se vea afectado ninguno de los otros canales.

Gracias al internet, el usuario podrá acceder a servicios como: correo electrónico, transferencia de archivos o FTP, foros o *news*, *word wide web*, chat, tele-educación, contenidos multimedia, juegos en red, etc. como se puede ver en la Figura. 3.9.



Figura. 3.9. Internet

3.4.3 El servicio de telefonía IP o servicios de VoIP

VoIP proviene del inglés *Voice Over Internet Protocol*, que significa "voz sobre un protocolo de internet". Básicamente VoIP es un método por el cual tomando señales de audio analógicas del tipo de las que se escuchan cuando uno habla por teléfono se las transforma en datos digitales, esto se denomina Conmutación de Paquetes es decir los datos son encapsulados en paquetes basados en IP para ser distribuidos por la red de internet.

3.4.4 Servicios avanzados e interactivos

Las características que ofrece la Red HFC son ideales para la implementación de servicios pensados a futuro como IPTV, HDTV, Television digital, *Pay Per View*, Teleeducación, Juegos interactivos, donde es necesaria la interactividad en tiempo real, etc.

3.5 DISEÑO DE LA RED

3.5.1 Descripción general del servicio

Parabólica del Norte está consciente de que el mercado competitivo respecto a los operadores requiere una actualización permanente, las nuevas necesidades de los usuarios no son cubiertas debido a la tecnología obsoleta con la que actualmente cuenta.

La adopción de una nueva tecnología que permita brindar servicios integrados tales como *TRIPLE PLAY* resulta sumamente necesaria.

Para empezar la compañía pretende brindar este nuevo servicio de *TRIPLE PLAY* a los actuales usuarios, para esto se ha realizando un análisis y estudio de la red, zona geográfica, penetración del servicio y clientes presentes de la empresa, sin dejar de lado los potenciales beneficiarios a los que quiere llegar la empresa.

Lo que será visible para el cliente es que por el mismo cable coaxial que la empresa llega a su residencia para brindar el servicio de Video por suscripción y la introducción de un equipo *Cable Modem* podrán ser beneficiarios de nuevos servicios como Internet Banda Ancha y Telefonía IP como se muestra en la Figura. 3.10.

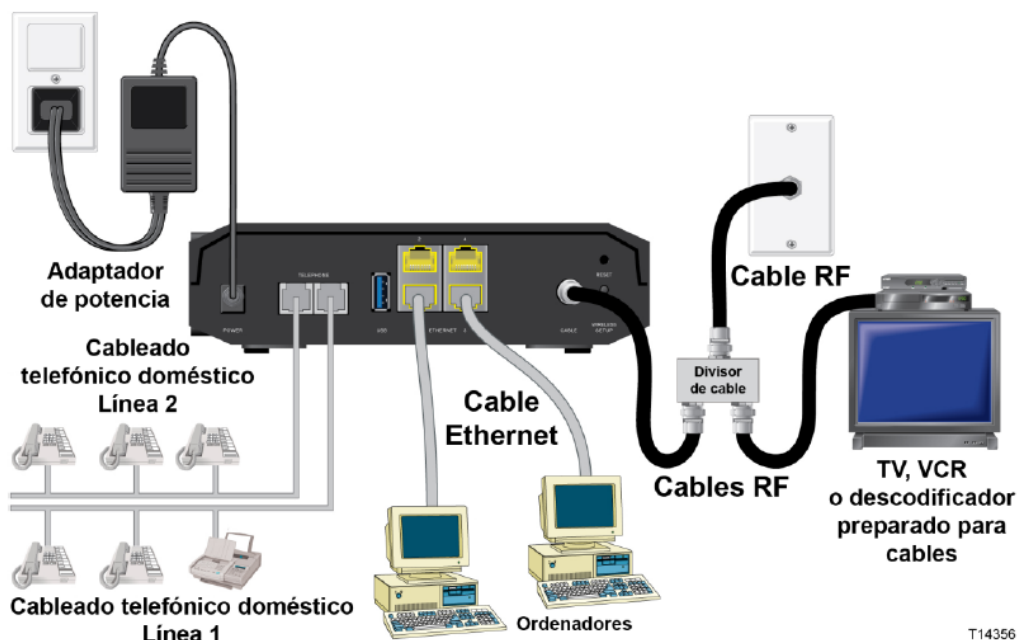


Figura. 3.10. Equipos de Usuario

La migración a la red HFC implica una serie de procesos como la implementación de equipos de cabecera, red cableada y equipos de usuario.

Estos cambios en la red darán como resultado:

- La bidireccionalidad de la red.
- Ampliación del Ancho de Banda y de la capacidad de la red.
- Reducción de equipos activos de la red (Amplificadores).
- Introducción de Servicio de valor agregado.
- Nuevas y superiores herramientas para la facturación y mantenimiento.
- Se requerirá personal capacitado para manejar los nuevos equipos para enfrentar las nuevas formas de administrar la red.

Básicamente la migración consiste en rediseñar y remplazar la red Troncal de cable coaxial RG-500 por una Red Troncal de Fibra Óptica, sustituir cable coaxial RG-11 por cable coaxial RG-500, cambiar y reducir los amplificadores RF unidireccionales por bidireccionales y para la red de acometida utilizar cable coaxial RG-11, ver Figura. 3.11.

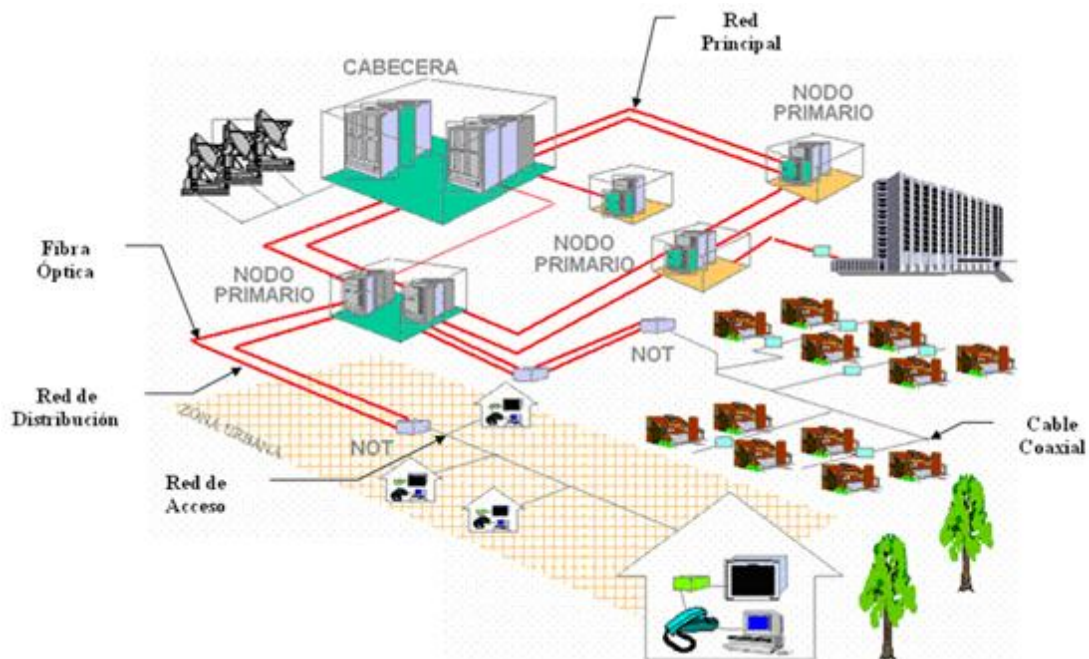


Figura. 3.11. RED HFC

3.5.3 Escalabilidad de Redes HFC

La topología de las redes HFC permite la ampliación progresiva del sistema en función de la demanda de utilización del canal de retorno; la solución consiste en ir reduciendo el número de abonados que comparten cada canal de retorno a medida que crece el tráfico.

Así, por ejemplo, se puede partir de una situación inicial con 200 usuarios en la rama de cable coaxial. En caso de que aumente el volumen de tráfico en el canal de retorno, esta cantidad puede reducirse a 100 usuarios.

Para efectuar esta reducción, es necesario ir aproximando cada vez más la fibra óptica hacia los usuarios, con lo que el tamaño del nodo óptico se reduce y, por tanto, el número de abonados que comparten cada canal de retorno; esto es posible gracias a que en el despliegue de las ramas troncales se suelen emplear cables con múltiples fibras (cables de 48 ó 96 fibras), utilizándose inicialmente tan sólo dos (una para cada sentido).

En caso de requerir ampliar la capacidad del sistema o proporcionar accesos de abonado dedicados, la solución consiste en hacer uso de las fibras sobrantes.

En la Figura. 3.12., se ilustra la aplicación práctica de los conceptos que se acaban de describir.

Otra posible medida para aumentar el ancho de banda disponible para cada usuario sería llevar la fibra óptica hasta al hogar del abonado, a medida que la demanda de nuevos servicios multimedia (audio y video) así lo requiera.

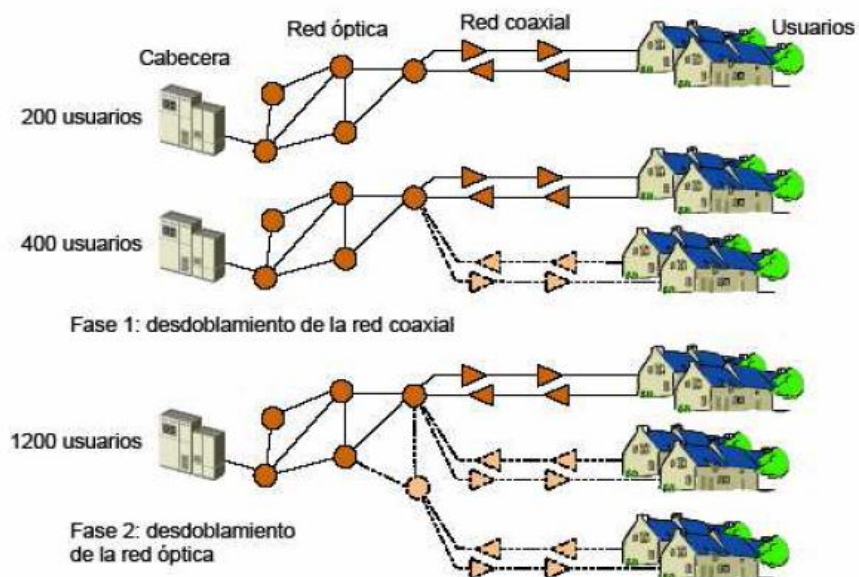


Figura. 3.12. Escalabilidad de Redes HFC²⁷

3.5.4 Criterios generales

3.5.4.1 Red Troncal de Fibra Óptica

Se pretende utilizar un anillo de cable de fibra con hilos monomodo en el centro de la ciudad de Atuntaqui donde existe la mayor cantidad de usuarios de la empresa aprovechando el gran ancho de banda de brinda la FO, también se proyecta llegar a otras parroquias del Cantón Antonio Ante como Natabuela, Chaltura, y San Roque, por tal razón en el diseño se quiere lanzar hilos de fibra monomodo que en el grafico del diseño se podrá observar, con estos hilos se podrá reducir los costos para llegar a grandes distancias debido a que no se requiere utilizar muchos amplificadores como actualmente tiene Parabólica del Norte.

Se propone tener 5 nodos ópticos desde los cuales se empezara con la red de Distribución.

Bajo este nuevo esquema, la red de cable se divide en pequeños nodos. Cada nodo consta de un número proporcional del total de suscriptores de la red.

²⁷ <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4179/1/CD-1333.pdf>, 5 de enero del 2012

Por ejemplo, si la red tiene 1000 suscriptores y se segmenta en cuatro nodos, cada uno manejará el tráfico de 250 suscriptores. La segmentación se calcula con base en el número total de suscriptores y en su distribución a lo largo de la red de cable, sin perder de vista el crecimiento esperado para los próximos años y las posibles extensiones a regiones lejanas.

La arquitectura HFC introduce equipo óptico para la transmisión de la señal de video y datos desde el CRC hacia los receptores ópticos alojados en cada uno de los nodos de la red. En el sentido contrario, a cada nodo llegará, vía RF, en la banda de retorno, el tráfico de datos proveniente de todos los usuarios de ese segmento de red, donde se hará la conversión a señal óptica para transportarla hacia su respectivo receptor óptico en el CRC del sistema, ver Figura. 3.13.²⁸

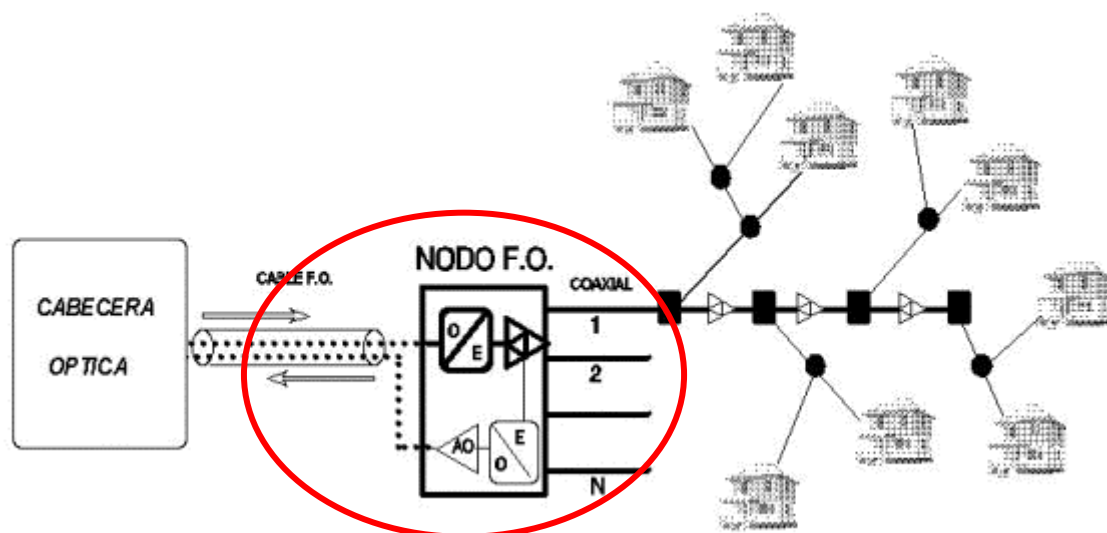


Figura. 3.13. RED HFC (Troncal Fibra Óptica)²⁹

3.5.4.2 Red de distribución coaxial

Desde cada nodo óptico iniciara la red de Distribución hacia los abonados, lleva las señales provenientes desde la cabecera hasta la última derivación antes de los hogares de los abonados conocidos como Taps, se propone una topología tipo árbol y reducir el número de amplificadores RF a máximo tres, debido a que estos insertan mucho ruido y en consecuencia fallos en la calidad de servicio, en la siguiente Figura. 3.14., se ilustra la red de distribución.

²⁸ <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/675>, 5 de enero del 2012

²⁹ http://www.fortunecity.com/marina/southsea/318/hfc/archivos_web/intro.htm, 6 de enero del 2012

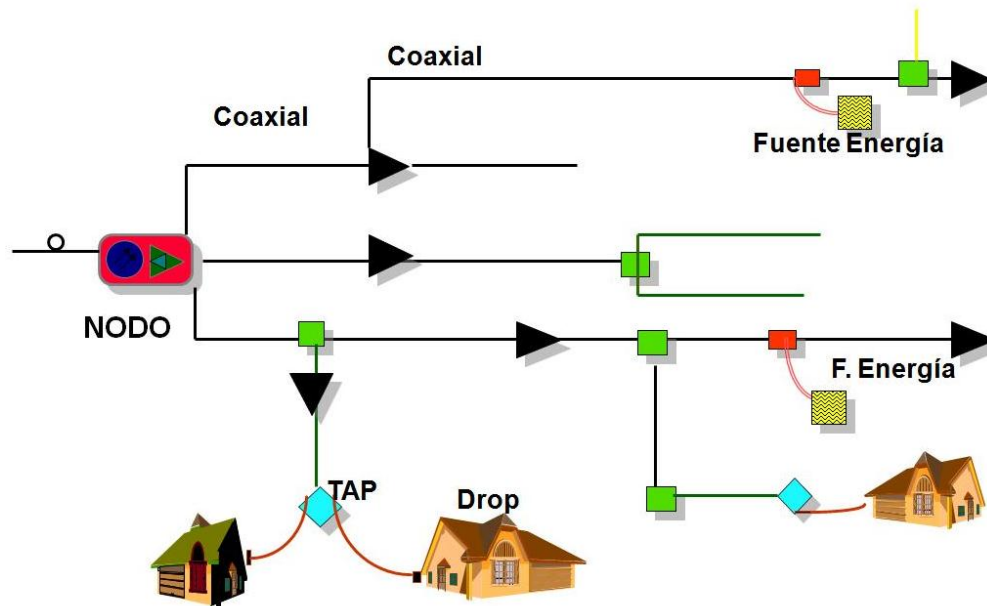


Figura. 3.14. Red de Distribución

Para el tendido de la red de Distribución de última milla se determinó cable coaxial RG-500, para la elección del cable se debe confirmar que cumpla con los siguientes parámetros que son impuestos por el circuito al cual tendrá que ser conectado:

- Impedancia característica
- Frecuencia de trabajo
- Atenuación máxima y/o potencia máxima

3.5.4.3. Red de acometida coaxial

Esta red se dirige hasta la casa del usuario, se hace mediante derivaciones o taps (generalmente múltiples) desde el cable de la red de distribución, con un cable coaxial flexible (típicamente unos 40m).

Los defectos en el cableado y conectores de esta parte de la red constituyen el principal foco de captación de perturbaciones en la red.

Partiendo de esta estructura de redes HFC, la cual ofrece servicios de TV, es necesario añadir una serie de elementos para que poder ofrecer servicios de voz y datos, lo cual implica la activación del canal ascendente el cual tiene muchos inconvenientes.

La banda de frecuencias reservada para el canal ascendente es la comprendida entre 5 y 55 MHz. Este espectro se ve afectado por señales interferentes a lo que se denomina efecto embudo (*noise funneling*), ya que el ruido se añade en cada punto de la red. Dicho ruido comprenden las interferencias de banda estrecha (*ingress*) y el ruido impulsivo, que puede también ser de origen interno.³⁰

3.5.5. Diseño de un enlace óptico³¹

Consideraciones para el diseño del enlace

El diseño de un enlace de fibra óptica es el resultado del análisis de diferentes alternativas existentes como medio de transmisión, permitiendo la comunicación entre los sitios a enlazar (localidades, nodos, centrales, estaciones, etc.).

Se realizará un estudio técnico donde se analizará las necesidades y posibilidades para atender diferentes poblaciones considerando características propias del sector como son; densidad poblacional, situación geografía, requerimientos tecnológicos, entre otros.

Después de que se ha realizado un estudio de demanda en diferentes localidades, se podrá determinar los criterios de demanda de tráfico para establecer las características del enlace y los equipos necesarios para cumplir con la demanda. El desarrollo de un diseño de enlace de fibra óptica para redes de Planta Externa deberá ser analizado, y considerar los siguientes aspectos:

- Atenuación del enlace
- Impacto ambiental
- Tipo de cable

³⁰ http://www.fortunecity.com/marina/southsea/318/hfc/archivos_web/intro.htm

³¹ Normas de Diseño y Construcción De Redes De Telecomunicaciones Con Fibra Óptica, Gerencia De Ingeniería / Acceso Fijo 1° Versión, Noviembre 2011, 14 de enero del 2012

- Tipo de fibra óptica
- Conectores ópticos
- Empalmes

Existen otros parámetros, los cuales serán determinados por otras áreas técnicas (Energía, Conmutación, Infraestructura, entre otras) o definidos de acuerdo a las características técnicas de los materiales y equipos, lo que brindará una valiosa información durante las etapas de diseño y construcción.

Configuración para redes de fibra óptica

Para las redes Troncales (*Backbone*) y Metropolitanas se utiliza la configuración en anillo, existiendo además la configuración de un enlace mixto que relaciona un enlace punto - punto (Red Troncal de Fibra Óptica) con interacción de anillos en diferentes puntos.

Determinación del tipo de fibra óptica

Dependiendo de las necesidades de transmisión y longitud del enlace se establecen las siguientes características de cada fibra óptica. Las fibras monomodo cumplen con las siguientes características que determinan su utilización:

- Capacidad de transmitir mayor ancho de banda.
- Enlaces de larga distancia.
- Presentar baja atenuación.

Para la construcción de redes de fibra óptica en Planta Externa (enlaces a nivel metropolitano y troncales) por lo general se trabaja con fibras monomodo para la interconexión entre centrales y nodos de Acceso; para accesos de Última Milla (acometidas de fibra óptica) se puede utilizar fibras monomodo o multimodo.

Factores que intervienen en un enlace

Los factores que se debe considerar para establecer un enlace de fibra óptica son:

- Pérdidas totales del enlace (Ver Figura. 3.15.)
- Ancho de banda del enlace (Ver Figura. 3.15.)
- Operan a longitudes de onda de 1310, 1550 y 1650 nm.

El ancho de banda dependerá de las características de la fibra y la longitud del enlace. A mayor longitud decrece el ancho de banda. En algunos casos el fabricante del equipo óptico establece el ancho de banda que puede soportar un enlace considerando las distancias y el tipo de fibra óptica, lo cual facilitará la determinación del diseño. Si esta información no es proporcionada se deberán establecer las características de los equipos existentes para poder determinar el tipo de fibra óptica a utilizar.

- Generalmente los enlaces de interconexión Central – Nodo a nivel de ciudad, utilizan cables de fibra óptica monomodo bajo la recomendación ITU G.652-D, destinada para enlaces con distancias menores a 40 Km y con costos de inversión que justifican su utilización.
- Para enlaces troncales o requerimientos de mejoramiento del medio de transmisión (tecnología DWDM) se necesitará un mejor comportamiento de la fibra ante la atenuación por lo que se recomienda la utilización de la fibra monomodo bajo la recomendación ITU - G.655.

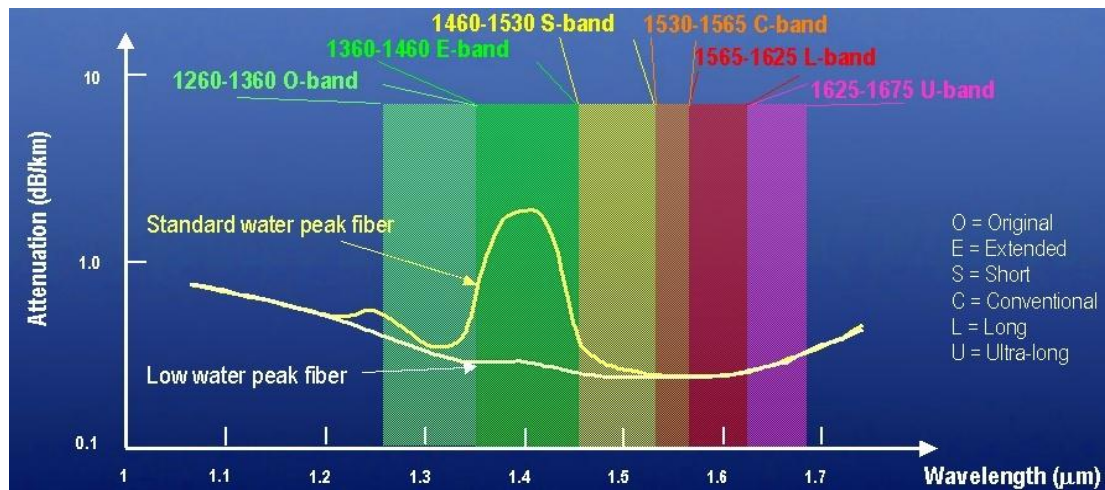


Figura. 3.15. Pérdidas y Ancho de Banda

La información sobre las características de los equipos a nivel de centrales y nodos de nueva generación, serán establecidos por la gerencia de conmutación y en la proyección del medio de transmisión y equipos se recibirá la respectiva asesoría técnica, por parte de la Gerencia de *Backbone* (Red Troncal de Fibra Óptica). La realización de un análisis de las pérdidas por atenuación en el enlace diseñado, permitirá manejar un criterio técnico durante el proceso de recepción de los enlaces construidos.

Cuantificación de las pérdidas:

Para cálculos de diseño se establecen los siguientes elementos considerados como puntos de falla en un enlace y que generan una atenuación en la transmisión de datos.

- Empalmes
- Interconexión con equipos (acopladores ópticos)
- Elementos de conexión (*pigtails* y *patchcords*)

Los valores establecidos de cada componente que afecta al enlace se muestran en la Tabla. 3.1., y son el resultado de las condiciones de ejecución y parámetros constructivos de los materiales

Tabla. 3.1. Perdidas para enlaces de Fibra Óptica

ELEMENTOS DE CONEXIÓN	PÉRDIDAS [VALOR (dB)]
Empalme por fusión	$\leq 0,10$ dB
Conexión en panel (ODF)	De 0,5 a 1,0 dB
Pérdidas por pigtail	Consideradas en los equipos
Potencia retrodifusa recibida en conexión máxima	-50 dB

Atenuación en un enlace de fibra óptica

Este valor será determinado por las atenuaciones generadas por los conectores, empalmes y por la longitud del enlace. La suma de todas las atenuaciones indicará el máximo valor de atenuación permitido en el enlace. El valor obtenido en el medidor de potencia deberá ser menor al valor máximo calculado.

Cálculo de la atenuación

Se determinan los siguientes parámetros (de acuerdo a la norma TIA/EIA 568A y el ISO/IEC 11801).

- Coeficiente de atenuación del cable C_c [dB/Km]
- Longitud del enlace L [Km]
- Número de conectores N_c
- Perdidas del conector L_c [dB]
- Número de empalmes N_E
- Pérdida por empalme L_E [dB]

La máxima atenuación del enlace $[M]$ se obtiene de la siguiente fórmula:

$$M = C_c \left[\frac{dB}{Km} \right] \times L [Km] + N_c \times L_c [dB] + N_E \times L_E [dB] \quad (3.2.)$$

Ancho de banda para fibras ópticas:

Para fibras monomodo, el ancho de banda dependerá de:

- La dispersión cromática del material
- Dispersión cromática guía-onda
- Parámetros del equipo óptico

Y será necesario conocer los datos exactos de la fibra óptica a utilizar en lo referente a:

- Dispersión cromática guía-onda
- Dispersión cromática de la fibra óptica (Ver Figura. 3.16.)
- Longitud del enlace instalado

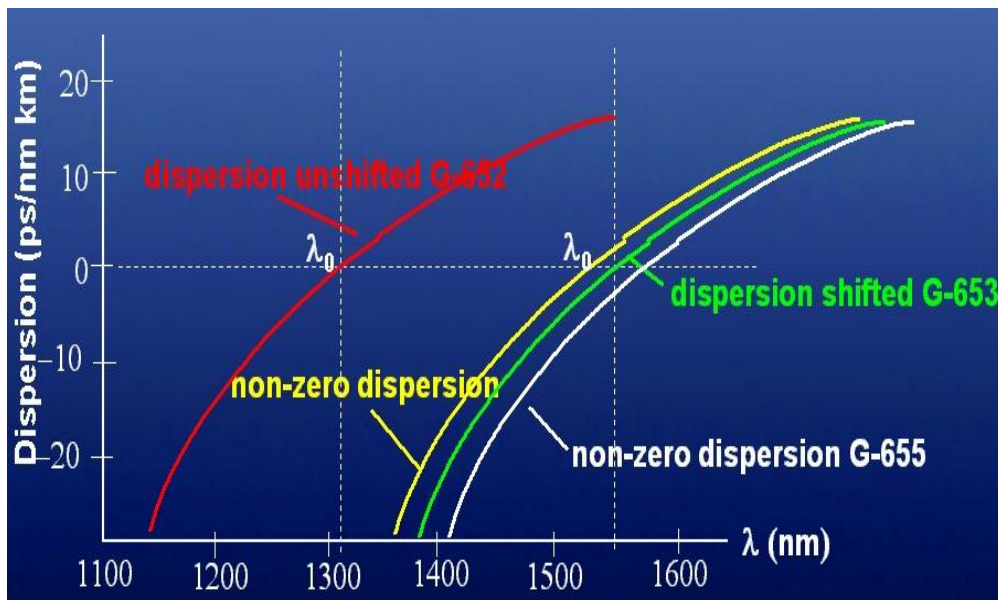


Figura. 3.16. Perfiles de Dispersión

Procedimiento de Diseño para Enlaces de Fibra Óptica

Prediseño: Se realizará un estudio en campo (survey), para establecer mediante observación las principales características del diseño de la ruta a generar, tomando en consideración las siguientes recomendaciones:

1. Determinar el tipo de fibra óptica a utilizar (bajo que recomendación ITU).

2. Característica del cable de fibra óptica (aéreo, canalizado, enterrado o una combinación de diferentes características).
3. Determinación de la ruta a seguir considerando las características de instalación y mantenimiento.
4. Determinar la infraestructura de servicios públicos existentes estableciendo las condiciones y requerimientos que se deberán tomar al momento de la construcción.
5. Permisos y convenios a establecer con diferentes entidades Municipales, Gubernamentales, Concesionarios, Medio-ambientales, entre otros.
6. Se realizará un levantamiento de la infraestructura existente, perteneciente a la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP. para determinar las eventualidades que pueden originarse, con el fin de evitar retrasos e interrupciones en los trabajos de ejecución durante el proceso de construcción.
 - a. Característica de canalización, indicando su existencia y estado.
 - b. Existencia de postería perteneciente a la empresa o de empresas portadoras de otros servicios.
7. Tomar las medidas correspondientes para determinar la cantidad de fibra óptica a utilizar considerando las respectivas reservas de acuerdo a las características del enlace y el sector. Además se calculará un 10% de la cantidad de cable, estableciendo un 5% para las reservas y 5% debido a la generación de catenaria.

Determinación de parámetros constructivos de diseño

Como precaución genérica los materiales empleados en la fabricación del cable no deben involucrar hidrógeno, como tampoco ser susceptible a la acción galvánica que provoque la generación de hidrógeno a determinados niveles de temperatura, lo que puede afectar la característica de atenuación de las fibras.

Al diseñar enlaces de fibra óptica, el cable deberá estar considerado para mantenerse en condiciones de mínimos esfuerzos de tensión y curvatura durante el proceso de instalación y operación. Además deberá proporcionar la flexibilidad técnica necesaria, lo que permitirá generar modificaciones relativas entre la longitud del cable,

durante la fase de instalación y funcionamiento en base a las reservas distribuidas a lo largo del enlace. Como prácticamente la terminación del servicio del cable óptico en su conjunto queda definida por la degradación de las protecciones mecánicas ofrecida por sus componentes a las fibras, y por lógica consecuencia la degradación de las capacidades de transmisión de las propias fibras ópticas se define una esperanza de vida de 20 años de servicio como mínimo para el cable óptico. Una vez dimensionada la red en el estudio de campo, es decir, conociendo la necesidad de servicio y los requerimientos técnicos, se elaborará los volúmenes correspondientes del (de los) enlace(s), realizando la tabulación correspondiente, tomando en consideración los siguientes aspectos de la red a implementar:

1. Longitud total del enlace.
2. Características constructivas del cable a utilizar.
3. Número de empalmes necesarios en el enlace y las pérdidas que generarán (de acuerdo a la longitud de la bobinas del cable).
4. Número de conectores necesarios estableciendo el tipo y pérdidas de cada uno.
5. Margen del diseño.
6. Evaluación de pérdidas del sistema debido a sus componentes
7. Establecimiento de planimetría a construir.
8. Determinar las unidades de planta requeridas para la construcción de la red de fibra óptica (instalación y acceso).

Una vez tomada la decisión de implementar un enlace de fibra óptica entre dos centrales o nodos, se debe definir la metodología constructiva a aplicar.

Metodologías De Tendido De Fibra Óptica

Para la Implementación de la red se tomara la metodología de Tendido Aérea tomando en cuenta que los permisos por parte de la Empresa Eléctrica ya están facilitados

Normas para la Instalación de Fibra Óptica Aérea

El siguiente procedimiento para la instalación de cable de fibra óptica aérea fue generado de acuerdo a los lineamientos y recomendaciones técnicas establecidas por el personal del área de Fibra Óptica con el fin de establecer normas que definan la correcta ejecución de los trabajos solicitados por la CNT EP. A los diferentes proveedores de servicios. Establecimiento de procedimientos y criterios que se deben considerar para la instalación y construcción de redes de fibra óptica para Planta Externa, en lo referente a características de instalación aérea, que cumpla con los requerimientos técnicos de la CNT EP, de acuerdo a las tendencias y evolución que presente las telecomunicaciones, con la finalidad de cumplir las necesidades de servicio y el mejoramiento tecnológico que la empresa establece como su misión y visión hacia sus clientes.

Métodos de instalación

Existen diferentes formas de realizar la instalación de cable de fibra óptica aéreo de acuerdo a diferentes factores como son; características del cable, tipo de infraestructura de acceso y de distribución, características geográficas del sector, llegando a determinar los siguientes métodos:

- Método de enrollado retractable fijo.
- Método de enrollado móvil.
- Método de tendido manual.

En cualquiera de los dos primeros métodos se instalará un cable guía que se utilizará como rienda o mensajero. Por tal motivo será necesario asegurarse que todos los cables para el soporte de poste en las esquinas (riendas) y los extremos terminales se instalen y tensionen antes del tendido del cable. Asegurarse de guardar las precauciones de seguridad (desconexión eléctrica, seguridad de equipo, etc.). Con el método manual se deberá contar con personal técnico que tenga la experiencia y capacidad de realizar el tendido del cable, la colocación de los accesorios de sujeción y la ejecución de las maniobras de instalación con las debidas seguridades del caso tanto para el personal como para el cable de fibra óptica. Por cualquier método escogido para la instalación, se deberá considerar factores que pueden afectar el proceso de instalación y que deberán

ser identificados antes durante y después de la instalación para evitar inconvenientes técnicos.

Criterios de diseño para redes aéreas de fibra óptica en Planta Externa

Los cables de fibra óptica con la característica constructiva ADSS (*All Dielectric Self Supporting*) están contruidos para soportar efectos de elongación debido a cargas de viento o hielo. Esta elongación es determinada de acuerdo a la cantidad de hilos de aramida o “kevlar” integradas al cable, que puede ser variable de acuerdo a las características constructivas de cada fabricante. A mayor cantidad de fibras de aramida se establecerá un mayor índice de tracción, menor catenaria y niveles de tensiones bajas.

Dentro de las principales variables que deben ser tomados en consideración para la determinación de las características del cable aéreo se resaltan:

- a. Longitud Máxima de vano
- b. Catenaria Inicial de Instalación
- c. Catenaria bajos condiciones climáticas prevalecientes.

Reservas de cable³²

Para proyectos troncales, las reservas equivalen al 10% de la longitud total del enlace, y se ubicará en los lugares donde puede generarse una derivación o cuando las longitudes ameriten realizar un empalme, como se puede apreciar en la Figura. 3.17.

³² Normas de Diseño y Construcción De Redes De Telecomunicaciones Con Fibra Óptica, Gerencia De Ingeniería / Acceso Fijo 1º Versión, Noviembre 2011, 7 de enero del 2012



Figura. 3.17. Reservas de cable

En la instalación de fibra óptica se debe dejar una reserva de 30 metros cada 500 metros de tendido, para solventar cualquier eventualidad que pueda presentarse a futuro. Estas reservas se las considera tanto para tendido de cable aéreo como canalizado.

3.5.6 Diagrama de Red

Ver ANEXO A7

3.6 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

Se utilizara la Especificación DOCSIS 3.0 para el diseño de la red HFC

3.6.1 Red Troncal de Fibra Óptica

Se pretende utilizar la Fibra Óptica ADSS-24B1.3 se toma este tipo de cable debido a que posee 24 hilos de fibra y en razón de costos resulta más barato ya que la de 12 hilos varia su precio solamente en unos 30 ctv, otra razón importante es que este tipo de cable es autoportado, es decir, están contruidos para soportar efectos de elongación debido a cargas de viento o hielo y es ideal para tendido aéreo.

En la siguiente Figura. 3.18., se puede ver un corte transversal de la ADSS-24B1.3

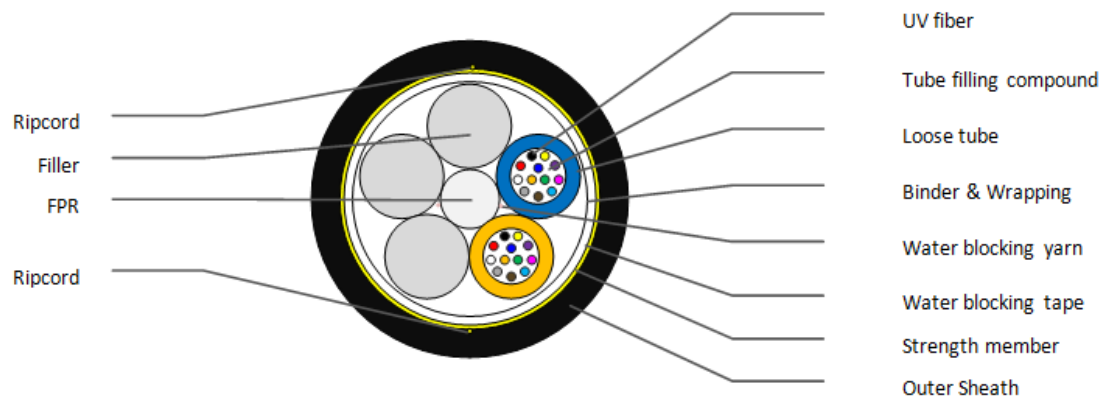


Figura. 3.18. Cable Sección Transversal

En la siguiente Tabla. 3.2., se presentan algunas descripciones y el tipo de material de los artículos que conforman el cable ADSS-24B1.3

Tabla. 3.2. Características de los materiales de cable ADSS-24B1.3

Artículo	Material	Descripción
Cubierta exterior	Poliétileno de alta densidad	2,0 mm de espesor nominal
Fuerza de Miembros	A hilos Ramid	Un miembro de la fuerza ADICIONAL
Binder & Wrapping	Poliéster y arns	Cable de núcleo de unión
Agua cinta de bloqueo	Agua cinta de bloqueo	El bloqueo de agua y a prueba de humedad
Bloqueo de agua de hilados	Bloqueo de agua de hilados	El bloqueo de agua y a prueba de humedad
De tubo holgado	PBTP	Los colores de los tubos: azul, naranja
Relleno	PP	Mismo diámetro que el tubo
Tubo de llenado compuesto	Gel de Thyrotrophic	Bloqueo de agua y a prueba de humedad
Fibra	Basado en el silicio de la fibra (G.652D)	Fibra de UV de color en secuencia de azul, naranja, verde, marrón, gris, blanco, rojo, negro, amarillo, morado, rosa, azul turquesa
Centro para socios	FRP	FRP
Del Cable	12,5 ± 0,5 mm	
Peso del cable	115 ± 15kg/km	

El cable de fibra óptica puede tener algunas propiedades mecánicas y dependiendo de esto se los utiliza para diferentes aplicaciones y se muestran en la Tabla. 3.3.

Tabla. 3.3. Principales propiedades mecánicas y aplicaciones del cable

N ° de serie	Artículo	Requisito
1	Estrategia en tiempo real	6300N
2	MAT	2500N
3	C prisa la resistencia	1000N/10cm
4	Aplicación	Aéreo
5	Operación de temperatura	- 40 ° C + 65 ° C

El cable de fibra óptica aéreo deberá cumplir con las siguientes características mínimas para las fibras tipo G.652, mostradas en la siguiente Tabla. 3.4.

Tabla. 3.4. Características de fibra óptica aérea tipo ADSS G.652D

CARACTERÍSTICAS	VALOR / DESCRIPCIÓN
Generales	
Recomendación UIT-T	G.652 D
Tipo	Monomodo
Número de fibras	12, 24, 48, 72 y 96 de acuerdo al proyecto (ver volúmenes de obra)
Configuración	Aéreo tipo ADSS para vanos de 90, 120, 200, 300, 500 y 800 m.
De transmisión	
Atenuación máxima garantizada	@ 1310nm, 0.4 dB/km @ 1550nm, 0.3 dB/km
Atenuación típica	@ 1310nm, 0.38 dB/km @ 1550nm, 0.2 dB/km
Atenuación vs. longitud de onda	Para $1285\text{nm} \leq \lambda \leq 1330\text{nm}$, ≤ 0.1 dB/km + atenuación a 1310nm.
	Para $1525\text{nm} \leq \lambda \leq 1575\text{nm}$, ≤ 0.05 dB/km + atenuación a 1550nm.
Atenuación en la cresta de absorción de agua	≤ 2 dB/km @1383nm \pm 3nm.
Uniformidad de la atenuación	No deben existir discontinuidades de atenuación mayores a 0.1 dB para $\lambda = 1310$ y 1550 nm
Dispersión cromática: Longitud de onda de dispersión nula. Pendiente de dispersión nula @ 1310nm. Valor de dispersión cromática.	1310 nm \pm 10 nm ≤ 0.092 ps/nm ² .km ≤ 3.2 ps/nm.km @ $1285\text{nm} \leq \lambda \leq 1330\text{nm}$ ≤ 17 ps/nm.km@ 1550nm
Longitud de onda de corte:	$1190\text{nm} \leq \lambda \leq 1280\text{nm}$
Fibra con revestimiento primario. Fibra cableada.	$\leq 1260\text{nm}$
Diámetro de campo modal a 1310 nm	8,6 - 9,5 um +/- 0,6 um

Geométricas	
Diámetro de revestimiento	125 ± 1 μm
Error de circularidad del revestimiento	≤ 2 %
Error de concentricidad del campo modal	≤ 0,6 μm
Diámetro del recubrimiento primario	245 ± 10 μm
Mecánicas	
Características generales	Cable autoportado (ADSS) totalmente dieléctrico para vanos de 90, 120, 200, 300, 500 y 800 m.
Configuración del cable	ADSS LOOSE TUBE.
Unidad central óptica	El conjunto de fibras con su protección primaria
	conformarán el alma del cable
Elemento central de tracción	Varilla continua de hilos de plástico reforzado con fibra de vidrio FRP
Tubos de protección secundaria Número de fibras ópticas por loose tube	Sistema loose tube, relleno de compuesto dieléctrico taponante multifibra, con tubos plásticos tipo PBT o equivalentes 12 (doce hilos de fibra óptica)
Del núcleo óptico	
Concentración de tubos protectores	Oscilante tipo SZ, con un número adecuado de tubos para alojar todas las fibras ópticas y con
al núcleo central	adición de cilindros termoplásticos de relleno (polietileno de alta densidad o similar) con la finalidad de garantizar la geometría del núcleo.
Sujeción del conjunto central	Encintado helicoidal o transversal empleando cintas de poliéster o similar.
Relleno del núcleo óptico	Compuesto dieléctrico, taponante, homogéneo de fácil limpieza con solventes no tóxicos o tipo bloqueo seco (dry block).
Recubrimiento del núcleo óptico	
Refuerzo externo	Corona de hilados de aramidas impregnadas de un compuesto inundante, distribuidas en forma de capas trenzadas en direcciones opuestas.
Cubierta externa	Debe ser de Polietileno puro y no reciclado de alta densidad. Color negro de tono homogéneo. Debe proveer una protección contra los rayos UV, así como no promover el crecimiento de hongos. Espesor de la cubierta 2.0 mm promedio, mínimo absoluto no menor a 1.8 mm.

Hilos de rasgado	Ubicados a 180 grados entre sí debajo de la cubierta externa y fácilmente distinguibles.
Adicionales de estructura e identificación	
Material bloqueante del agua	A base de gel de petróleo cubriendo los espacios generados en las distintas capas del interior del cable, de características dieléctricas.
Código de colores	Acorde con la norma EIA/TIA 598.
Acondicionamiento	
Longitud de la bobina	Sobre bobinas con longitud de acuerdo a las siguientes especificaciones: Longitud del cable de bobina nominal: 4500m
	Tolerancia en menos:0% Tolerancia en más: 2%
Carretes o bobinas	De madera, construcción robusta, con suficiente resistencia mecánica para que no se produzcan daños en el cable durante el transporte e instalación, impregnados con compuestos no tóxicos para asegurar su integridad física. Diámetro mínimo del tambor 75cm, agujero central del carrete, diámetro entre 10 y 12 cm, con refuerzo central en cada ala lateral con placa de acero fijada con tornillos y bujes de acero.
Mecánicas del cable, acorde a la Recomendación IEC 60794-1	
Fuerza de tracción sin aumento de atenuación (Kgf)	Para vano de 80 m. $\geq 2 \times$ Peso del cable/Km. Para vano de 120 m $\geq 2 \times$ Peso del cable/Km.
Resistencia a la compresión Cable con armadura metálica	≥ 220 N/cm
Radio de curvatura mínimo Previo a la instalación En condiciones de servicio	20 veces el diámetro del cable 10 veces el diámetro del cable
Ambientales	
Inmersión en agua 23 +/- 2°C	Atenuación inducida a 1310nm y 1550nm $\leq 0,05$ dB/km
Envejecimiento acelerado (heat aging) 85 +/- 2°C	Atenuación inducida a 1310nm y 1550nm $\leq 0,05$ dB/km

3.6.2 Red de Distribución de Cable Coaxial

El cable coaxial a utilizar es el Coaxial RG-500, con mensajero para que pueda soportar su peso y el peso de los dispositivos activos que se tiendan sobre el mismo.

La normativa exige que no se exceda el número de amplificadores a más de tres para evitar la distorsión de la señal, porque como se sabe al amplificador no solo aumenta la señal, también aumenta el ruido introducido por el cable, etc.

La siguiente Tabla. 3.5., muestra la especificación de la interfaz de RF de DOCSIS y detalla las especificaciones de RF para el flujo descendente de una planta HFC compatible con DOCSIS.

Tabla. 3.5. Especificaciones de la interfaz de RF de DOCSIS 33

Parámetro	Valor
Rango de Frecuencia	En el sistema de cable, el rango de operación normal del downstream inicia 50 MHz y llega hasta 860 MHz . No obstante, los valores en esta tabla solo aplican para frecuencias ≥ 88 MHz
Espaciamiento de los canales de RF (ancho de banda de diseño)	6 MHz
Retraso del tránsito desde la cabecera hacia el subscriptor más lejano	≤ 0.800 mseg (típicamente mucho menor)
Relación portadora a ruido en una banda de 6MHz	No menor a 35 dB
Relación de la distorsión portadora a triple batido compuesto	No menor a 41 dB
Relación de la distorsión portadora batido de segundo orden	No menor a 41 dB
Relación portadoras a modulación cruzada	No menor a 41 dB
Relación portadora a cualquier otra interferencia discreta (ingreso)	No menor a 41 dB
Rizado de la amplitud	3 dB dentro del ancho de banda del diseño
Rizado del retraso de grupo en el espectro ocupado por el CMTS	75 ns dentro del ancho de banda del diseño
Microreflexiones por el eco dominante	-20 dBc @ $\leq 1,5$ μ seg, 30 dBc @ $> 1,5$ μ seg – 10 dBc @ $\leq 0,5$ μ seg, -15 dBc @ $\leq 1,0$ μ seg

³³ http://www.cablelabs.com/specifications/CM-SP-PHYv3_0_110-111117.pdf, 4 de marzo del 2012

Portadora de la modulación por zumbido (hum)	No mayor a -26dBc (5%)
Ráfagas de ruido	No mayor a 25 μ seg a una tasa promedio de 10Hz
Nivel máximo de la portadora de video analógica a la entrada de CM	17 dBmV
Número máximo de portadoras analógicas	121
Notas : 1. La transmisión es entre el combinador de la cabecera hasta la entrada del CM en el sitio del suscriptor 2. Métodos de medición definidos en la NCTA o en CableLabS. 3. Medida en relación a una señal QAM igual al nivel nominal de video en la planta.	

3.6.3 Características del equipamiento

3.6.3.1 Red Troncal

3.6.3.1.1 Nodo final de una red HFC

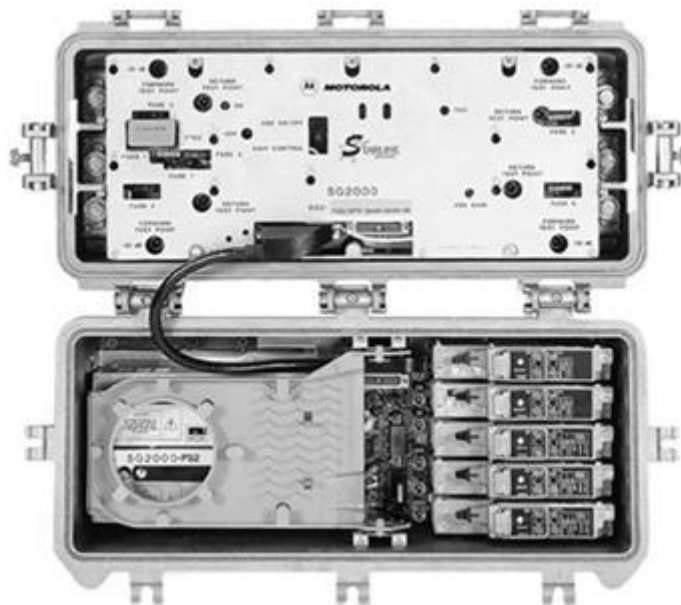


Figura. 3.19. Nodo Óptico

Una parte muy importante de las redes HFC se encuentra en los llamados nodos finales ver Figura. 3.19. en estos pequeños armarios se encuentran concentradas las mejores funciones de las telecomunicaciones, la conversión óptico-electrónica, la

multiplexación y demultiplexación de canales de voz en tramas, los amplificadores de RF, dispositivos pasivos de derivación y reparto, sistemas de alimentación ininterrumpida. Ver Tabla. 3.6., de Parámetros

Tabla. 3.6. Parámetros del Nodo Óptico

Parámetros Técnicos		
Parámetro	Unidad	Parámetro Técnico
Parámetros Ópticos		
Potencia del Receptor Óptico	dBm	-9 ~ +2
Perdida de retorno	dB	>45
Longitud de Onda Óptica	nm	1100 ~ 1600
Tipo de conector		FC/APC or SC/APC
Tipo de Fibra		Monomodo
Rendimiento del Circuito		
C / N	dB	≥ 51 (-2dBm de entrada)
C / CTB	dB	≥ 65 nivel de Salida de 108 dBμV
C / OSC	dB	≥ 60 Equilibrado 6dB
Rendimiento RF		
Rango de frecuencia	MHz	45 ~ 862
Planitud en la Banda	dB	± 0,75
Tasa Nivel de salida	dBμV	≥ 108
Max Nivel de salida	dBμV	≥ 114
Perdida en la salida de retorno	dB	≥ 14
Impedancia de salida	Ω	75
Rango Control Electrónico EQ	dB	0 ~ 10
Rango Control Electrónico ATT	dBμV	0 ~ 20
Parámetros de Rendimiento de la Transmisión de Retorno		
Parámetros Ópticos		
Longitud de onda de transmisión óptica	nm	1310 ± 10
Potencia óptica de salida	dBm	1 ~ 5
Tipo de conector		FC / APC o SC / APC
Parámetros de RF		
Rango de frecuencia de o	MHz	5 ~ 65 de acuerdo al requisito de usuario
Planitud en la banda	dB	± 1
Nivel de entrada	dBμV	85 ~ 90
Impedancia de salida	Ω	75
Parámetros Generales		
Tensión de alimentación	V	VA: AC (150 ~ 265) V, B: CA (35 ~ 90) V
Temperatura de funcionamiento	°C	-40 ~ 60
Temperatura de almacenamiento	°C	-40 ~ 65
Humedad relativa	%	máxima del 95% sin condensación
Consumo	VA	≤ 30
Dimensiones	mm	240(L) x 240 (W) x 150 (H)

3.6.3.2 Red Distribución

3.6.3.2.1 Amplificador RF



Figura. 3.20. Amplificador RF

Los amplificadores son usados para mantener la señal en buen estado en la red de distribución. Estos lo que hacen es compensar las pérdidas de señal en la red ocasionadas por la atenuación provocadas por el viaje de la señal en el cable coaxial, ver Figura. 3.20. Los amplificadores aunque lo que hacen es regenerar la señal también le ingresan ruido, es decir, no solo amplifican la señal sino también el ruido, por eso es aconsejable no tener muchos amplificadores en cascada la norma indica máximo 3.

Para el diseño de una red HFC es necesario utilizar amplificadores bidireccionales.

En la siguiente Tabla. 3.7., se muestran algunos parámetros generales

Tabla. 3.7. Parámetros del Amplificador Bidireccional

Parámetro	Bajada	Retorno
Paso de banda (MHz)	** -550/750/860	5-42MHz
Planitud (dB)	± 0,75	± 0,75
Pérdida de retorno (dB)	≥ 15	≥ 15
Ganancia Operativa (dB)	30	0/18

Min. Ganancia máxima (dB)	34 (+ / -0,5%)	20 (+ / -0.5%)
Rango Ecualizador(dB)	0-18 *	10.2 (2dB/step)
Figura de ruido (dB)	<9 (+ / -0,5%)	<10 (+ / -0.5%)
Puertos de prueba, todos (dB)	-20 ± 1	-20 ± 0,7
Los puertos de prueba de respuesta (dB)	± 1	± 1
Tensión continua (VCC)	+24 V	
Voltaje de entrada AC (VCA)	~ 60V / ~220V	
Hum (dB)	≥ 66 (+ / -0,25%)	
Ac paso de corriente (A)	8 (max)	
Ajuste de ganancia (dB)	0-10 (1dB/step)	0-10 (1dB/step)
Resistencia (Ω)	75	
OSC (dBc)	≥ 65 años (+ / -0,25%)	-
CTB (dBc)	≥ 65 años (+ / -0,25%)	-
Condiciones de ensayo para 93 canales de sistema PAL, el nivel de señal de entrada, salida 12dBmV señal de nivel de 42dBmV		

3.6.3.2.2 Taps

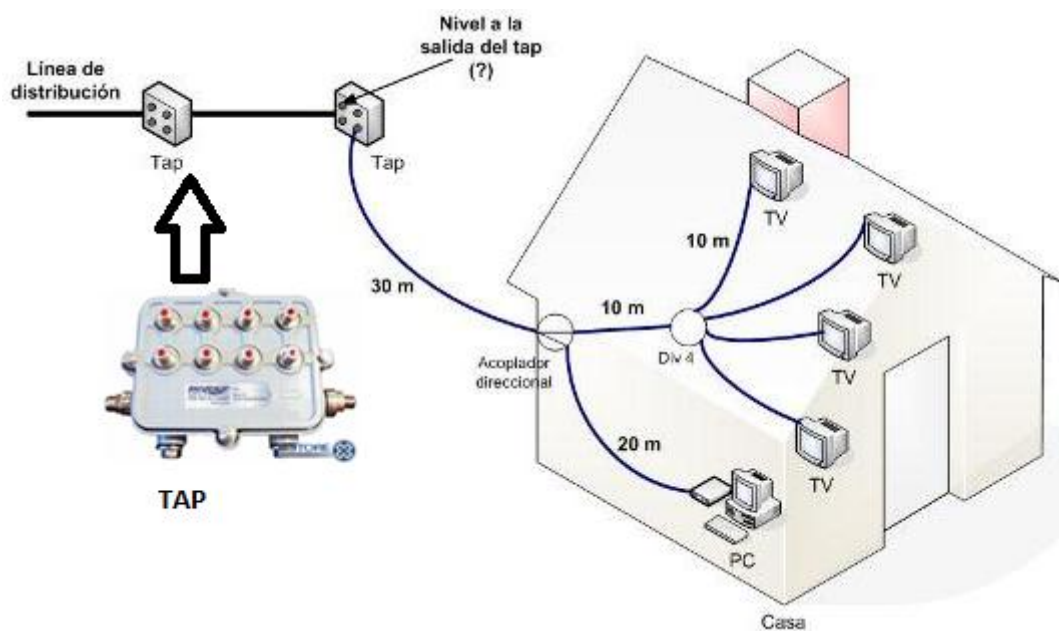


Figura. 3.21. Tap y acometida

Equipo pasivo que se utiliza para la interconexión entre la línea de distribución y la acometida de los abonados, como se muestra en la Figura. 3.21., el mismo que debe tener:

- Conectores para cable coaxial que pueden ser de dos tipos, los que se usan con cable RG500 y los que se usan con cable RG6. Los primeros tienen la característica

que se pueden conectar varios abonados a un mismo accesorio, mientras que en los de RG-6 solo se puede conectar uno.

- Capacidad de entregar a los usuarios video, voz, datos sobre la red de banda ancha HFC
- Capacidad para conectar amplificadores para multiplicar el número de ramales.
- Soporte de ecualización de manera que se pueda atenuar la señal de retorno originada en el cliente reduciendo los efectos al ingresar al sistema.
- Paso de corriente alterna AC para alimentar a los equipos activos.
- Frecuencia de operación de retorno 5 a 42 MHz
- Frecuencia de operación de bajada de 50 a 860 MHz

Es un derivador de cuatro puertas desbalanceado que permite una baja atenuación en el sentido de la señal (-0,7 dB) y alta en las derivaciones (-27 dB). El primer derivador es -0,7/-20 dB; la señal menor es derivada en un splitter simétrico de -3,5 dB y ambas salidas en dos splitter simétricos también de -3,5 dB. La atenuación es plana en la banda de frecuencias.

3.6.3.2.3 Divisor (Splitter):

Equipo pasivo usado para dividir la señal de entrada en dos o más señales de salida.

En la Tabla. 3.8., se puede observar algunas características de un splitter de 2-3 vías

Tabla. 3.8. Características de Un Splitter de 2-3 vías

DESCRIPTION		HARD-LINE PASSIVES, 2/3-WAY SPLITTER, 5-1000MHz	
ITEM / Db VALUE		2-WAY	3-WAY
INSERT LOSS (IN - OUT) (db)	5 - 40MHz	≤ 3.9	≤ 3.9 / 7.2
	40 - 550MHz	≤ 4.1	≤ 4.2 / 7.5
	550 - 750MHz	≤ 4.5	≤ 4.5 / 8.0
	750 - 100MHz	≤ 4.9	≤ 4.8 / 8.8
ISOLATION (OUT - OUT) (dB)	5 - 40MHz	≥ 22.0	≥ 25.0
	40 - 550MHz	≥ 27.0	≥ 27.0
	550 - 750MHz	≥ 25.0	≥ 25.0
	750 - 100MHz	≥ 22.0	≥ 22.0

RETURN LOSS (IN - OUT) (db)	5 - 40MHz	≥ 16.0	≥ 18.0
	40 - 550MHz	≥ 18.0	≥ 18.0
	550 - 750MHz	≥ 18.0	≥ 18.0
	750 - 100MHz	≥ 17.0	≥ 17.0

3.6.4. Especificaciones de punto de terminación de red

La señal de radio frecuencia es enviada al equipo terminal de usuario desde una de las salidas derivadas de los tap. Para esta parte de la red se utilizara el cable coaxial RG-6 ya que este presenta características físicas y mecánicas ideales para instalaciones dentro de la casa del abonado. A continuación presentamos algunas características físicas, eléctricas y de atenuación del cable RG-6.

3.6.4.1 Descripción

El cable coaxial RG-6 se utiliza en redes de televisión por cable y por satélite. Ver Figura. 3.22.

En conformidad con el estándar MIL-C-17.

3.6.4.2 Material

Conductor: alambre de acero encobrado (18 AWG)

Dieléctrico: polietileno espumado de baja densidad

Pantalla: laminilla de aluminio de 0.16 mm, recubrimiento de no menos del 60%, y trenzado de alambre de hilo de cobre.

Material del revestimiento exterior: PVC (policloruro de vinilo)

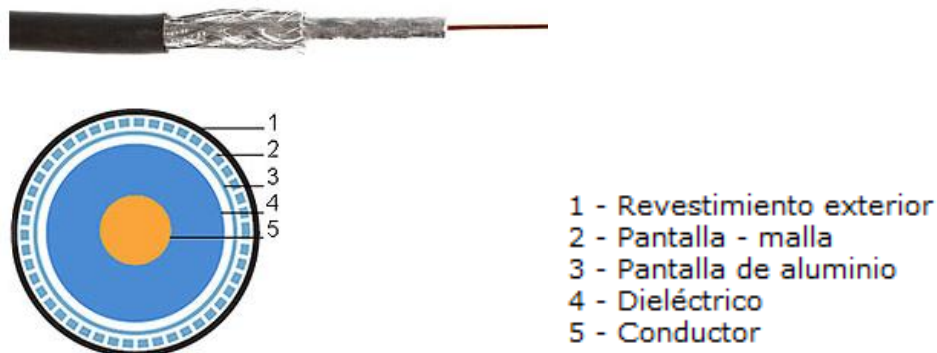


Figura. 3.22. Cable RG-6

En la tabla. 3.9., se mencionan las características técnicas y eléctricas del cable RG-6

Tabla. 3.9. Característica Técnicas y Eléctricas RG-634

Características técnicas	
Diámetro del conductor	1.02 mm
Diámetro del dieléctrico	4.57 mm
Diámetro exterior del cable	6.9 mm
Grosor del revestimiento exterior	0.8 mm
Peso del cable	46 kg/km
Rango de temperaturas	de -20°C hasta +80°C

Características eléctricas	
Resistencia de onda	75 Ohm
Frecuencia de test	hasta 3 GHz
Tensión máxima tolerada	3000 V

En el punto de terminación de red también existen otras características como:

3.6.4.2.1 Características Físicas

Caja terminal de cliente: Norma UNE 20-523-79

Toma de abonado: Norma CENELEC EN 50083-2

Conector CEI (9,5 mm), tipo F (diámetro contacto macho $\leq 1,762$ mm) o CEI roscado M-19. Ver Figura 3.23.

Toma blindada con aislamiento $\geq 2,2$ KV



Figura. 3.23. Conector Tipo F

³⁴ <http://esp.hyperlinesystems.com/catalog/cable/rg6.shtml>, 7 de marzo del 2012

3.6.4.2.2 Características Eléctricas

- Impedancia: 75 Ohm.
- Banda de frecuencia: 86-862 MHz.
- Banda de retorno: 5-55 MHz.
- Pérdidas de retorno TV (40 a 862 MHz): ≥ 14 dB-1,5 dB/Octava y en todo caso ≥ 10 dB.
- Pérdidas de retorno radiodifusión sonora FM (87,5 a 108 MHz): ≥ 10 dB.
- Nivel de señal de TV Analógica: 62-82 dB μ V.
- Diferencia de nivel entre canales: ≤ 12 dB.
- Nivel de señal radiodifusión sonora en FM Estéreo: 50-70 dB μ V/75 Ohm.
- Relación portadora/ruido TV (AM-BLV): ≥ 44 dB.

3.6.5 Niveles de Calidad de Servicio (QoS)

3.6.5.1 Mantenimiento

Posteriormente instalada la red HFC y que esta esté funcionando correctamente, se tiene herramientas como el CMTS, software de administración y monitoreo de red que facilitaran realizar un mantenimiento preventivo de la red que se debe cumplir por lo menos dos veces al año.

3.6.5.2 Índices de Calidad de Servicio y Metas

Las operadoras establecerán y mantendrán un sistema de medición y control de calidad del servicio, cuyos registros de mediciones deberán ser confiables y de fácil verificación. Estos sistemas y registro estarán a disposición de la Superintendencia de Telecomunicaciones.

Este cumplimiento de los índices de calidad son de carácter obligatorio conforme a las disposiciones de la normativa vigente aplicable para los proveedores debidamente autorizados por el CONATEL.

Los siguientes índices de calidad deberán ser cumplidos por los Proveedores de Redes de Acceso universal que hayan obtenido la Autorización de operación por el CONATEL:

PDA (Porcentaje de circuitos con averías).- Averías reportadas por los beneficiarios del servicio dentro del periodo de medición aplicable. Este indicador debe ser menor o igual a 20%.

$$PDA = \frac{CA}{CS} \quad (3.3)$$

Donde:

CA=Número total de enlaces reportados con avería durante el periodo de medición.

CS=Número total de enlaces en servicio en el periodo de medición.

\overline{TRA} (Tiempo medio de reparación de averías de enlace de red de transporte y de acceso).- Tiempo promedio de reparación de averías calculado sobre el total de averías solucionadas dentro del período de medición. Este indicador debe ser menor o igual a 8 horas continuas.

$$\overline{TRA} = \frac{TRA}{CA} \quad (3.4)$$

Unidades: Expresado en horas incluyendo fracciones. Ejemplo: 10,3 horas.

Donde:

TRA=Suma total del tiempo de reparación de las averías de los enlaces reportados con avería durante el período de medición, expresado en horas con decimales.

CA=Número total de enlaces reportados con avería durante el período de medición.

PR8 (Porcentaje de averías con tiempo de reparación mayor a 8 horas para enlaces de red de transporte y de acceso).- Porcentaje de averías en cuya solución se excedió las 8 horas desde que fue reportada, dentro del periodo de medición mensual. Este indicador debe ser menor o igual al 10%.

$$PR8 = \frac{RCA8}{CS} \times 100 \quad (3.5)$$

Donde:

RCA8=Número total de enlaces reportados con averías, cuyo tiempo de relación excede las 8 horas, durante el período de medición.

CS=Número total de enlaces en servicio en el período de medición.

PDS (Porcentaje de disponibilidad de servicio para enlaces de red de transporte y de acceso).- Porcentaje de tiempo de disponibilidad del servicio dentro de un período de tiempo. Este indicador debe ser por lo menos 98% en promedio de toda la red del operador.

$$PDS = \frac{TD}{TT} \times 100 \quad (3.6)$$

TD = TT - (TCA / # enlaces de todos los beneficiarios)

Donde:

TD=Es el tiempo que el servicio se encuentra disponible para un beneficio en horas.

TT=Es el tiempo total de medición en horas deducidos los márgenes de tolerancia por mantenimiento y reparación, así como circunstancias de fuerza mayor y caso fortuito, en el período de medición.

TCA= Es la suma total de los tiempos de averías de los beneficiarios en el período de tiempo de medición.

Enlaces de todos los beneficiarios es el número total de enlaces en el período de medición.

Para cada uno de los 4 índices de calidad indicados, se establece un periodo de medición mensual.

El cumplimiento de los índices de calidad se verificará sobre el cálculo del promedio anual de las mediciones mensuales en el período de un año, de acuerdo a la Tabla. 3.10. De ponderación siguiente:

Tabla. 3.10. Resolución SNT-2011-0617 - Índices de Calidad para la Operación de Redes de Acceso Universal de Internet y Obligaciones de los Proveedores³⁵

	Índice de calidad (promedio mensual, en el período de un año)		Índice de calidad (promedio mensual, en el período de un año)		Índice de calidad (promedio mensual, en el período de un año)	peso	Índice de calidad (promedio mensual, en el período de un año)	peso
PDS	98%	50	96%	45	94%	40	92%	35
PDA	20%	20	30%	18	40%	16	50%	14
TRA	8	15	22	13.5	36	12	50	10.5
PR8	10%	15	15%	13.5	20%	12	25%	10.5

3.7 INFRAESTRUCTURA

3.7.1 Panorama general

Después de haber desarrollado un estudio minucioso de la infraestructura actual, equipos y red que la empresa Parabólica del Norte posee para brindar el servicio de Video por suscripción y pensando en conformar un paquete *Triple Play* que pueda satisfacer las necesidades presentes de los usuarios se contempla dar una solución eficiente que propone algunas etapas a seguir.

Inicialmente se debe realizar el análisis socio económico, el cual determinara la inversión inicial y que tan factible es la solución, para tomar la decisión de modificar la red actual y obtener una pronta recuperación de la inversión.

Ofrecer el paquete *Triple Play* implica que será necesario un canal de retorno desde el usuario al CRC y una mayor velocidad y capacidad de red, esto quiere decir es imprescindible la migración a HFC y por tanto esto implica: la substitución de Amplificadores unidireccionales por bidireccionales y cableado, un nuevo equipamiento para la cabecera, adquirir cablemodems y teléfonos IP para los clientes, una nueva manera de configurar y administrar el sistema y el servicio por personal preparado, etc.

³⁵ <http://www.cnt.gob.ec/pdfs/NORMAS%20REGULATORIAS/NORMAS%20DE%20CALIDAD%20DEL%20SERVICIO%20DE%20VALOR%20AGREGADO%20DE%20INTERNET.pdf>, 13 de marzo del 2012

Este cambio viene acompañado con aspectos legales como concesiones, pago de derechos, permisos que la SENATEL proporciona y que no se debe dejar de lado.

3.7.2 Bidireccionalidad

Los servicios de internet banda ancha y telefonía que se desea ofertar implican la necesidad de comunicarse no solo desde CRC hasta el usuario (Canal descendente) sino también desde el usuario hasta el CRC (Canal ascendente) como se indica en la Figura. 3.24.

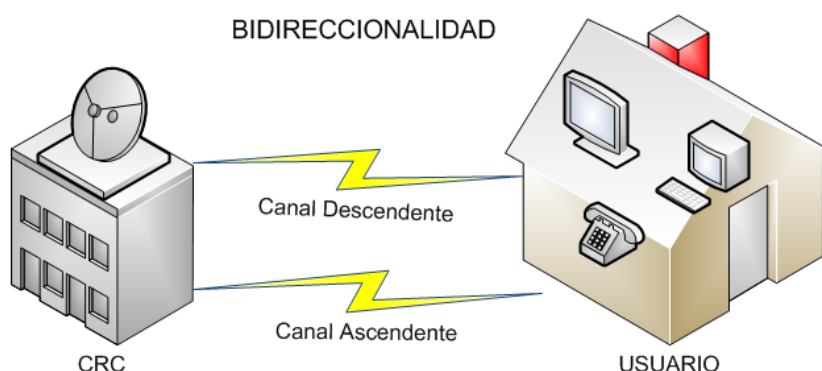


Figura. 3.24. Red Bidireccional

Equipando la red HFC con amplificadores bidireccionales se puede utilizar el espectro de 5 y 42 MHz para el canal ascendente

Los canales de retorno que proviene de cada suscriptor por la red de cable coaxial se superponen al llegar al Nodo Óptico, compartiendo y conformando el canal de 37MHz del canal de retorno entre los clientes, todos estos canales se multiplexan en frecuencia (FDM) en el Nodo Óptico, esto quiere decir que cada uno tendrá una frecuencia distinta para poder viajar por el mismo cable de fibra óptica hasta el CRC.³⁶

3.7.2.1 Asignación del espectro en la red de cable

El ancho de banda asignado a estas redes va desde los 4 MHz a los 860 MHz, destinando a un ancho de banda de 4 MHz a 50 MHz para el canal de *upstream* (canal Ascendente) también llamado de datos de retorno, en estas frecuencias se encuentran los

³⁶ www.unavarra.es, 14 de marzo del 2012

datos que envía el usuario a la cabecera, este canal es el mas susceptible al ruido, razón por la cual se trata de no usar las frecuencias entre 4 MHz y 25 MHz

Desde los 55.25 MHz a los 860 MHz se tiene el canal de *ownstream* (canal Descendente), a partir de los 54 MHz se coloca el primer canal de TV analógica y dependiendo de cuantos canales análogos ofrece la empresa se determinará un tope para utilizar la banda sobrante para datos digitales, considerando que la banda de frecuencias desde los 88 MHz a los 108 MHz es manejada para radiodifusión sonora en FM, como se puede apreciar en la Figura. 3.25.

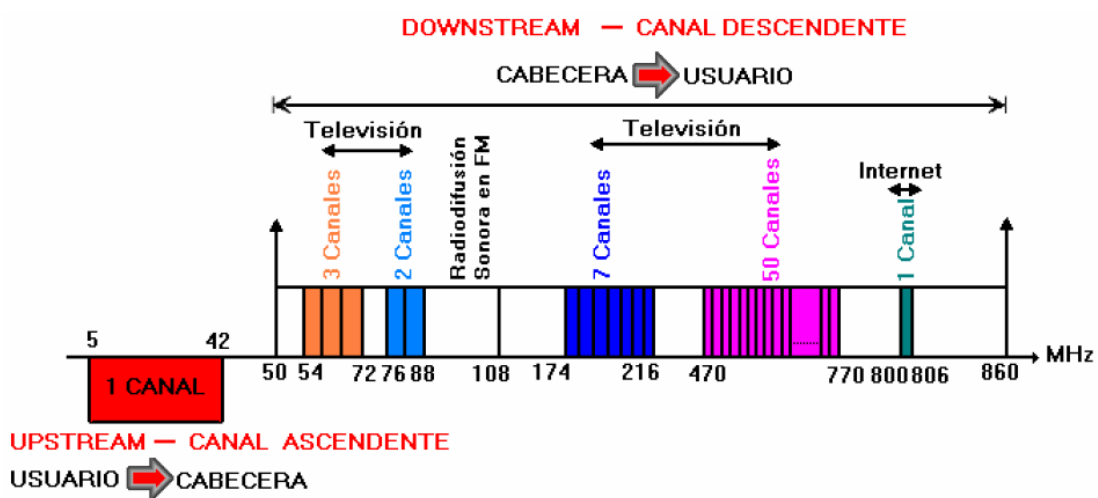


Figura. 3.25. Distribución del de frecuencias para los canales ascendentes y descendentes³⁷

3.7.2.2 Balanceo de la Red

Un punto importante para poder ofrecer el paquete *TRIPLE PLAY* es el de balancear la red tanto para el canal *downstream* como para el *Upstream*, es decir, entregar a la salida de los amplificadores la potencia especificada en los planos, la entrada mínima de potencia de un amplificador debe ser la especificada en las características técnicas del equipo, esto puede variar de acuerdo al fabricante.

Los valores obtenidos a la salida del amplificador consiste en la variación de los ecualizadores o atenuadores utilizados en cada una de las etapas de amplificación.

³⁷ <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/351/1/CD-0761.pdf>, 15 de marzo del 2012

Es necesario medir el nivel en el canal de televisión más bajo y en el más alto de acuerdo con la frecuencia máxima de la red, para determinar la pendiente entre ambas y calcular el ecualizador que generará una respuesta plana en todas las señales del sistema, en otras palabras se deben ecualizar las frecuencias bajas para que estén en igual valor que las altas, esto es debido a que las pérdidas dependen de la frecuencia de cada canal y de la distancia desde el usuario hasta el elemento activo.

El proceso de balanceo para cada uno de los canales *upstream* o *downstream* se realiza de forma independiente, para manejar determinados niveles de señal en diferentes puntos de la red y garantizar con ello servicios de televisión y datos de excelente calidad.

3.7.2.3 Localización de ingresos y ruido en la planta externa

En redes HFC existen varias fuentes que pueden causar ruido cuando se está transmitiendo las señales, tanto en el canal de retorno como en el canal descendente y estas tienden a desmejorar la calidad de la señal y en algunos casos hasta dañarla completamente.

Cuando todas las señales que van de vuelta a la cabecera convergen en un solo nodo óptico, recogiendo así todas las señales indeseadas, ruidos, interferencias se conoce como ruido por efecto de embudo (*noise funneling*); este tipo de ruido se da porque toda la red con estructura de cable coaxial que sale desde el nodo óptico, se convierte en una gran antena que recoge todo tipo de interferencias, haciendo que cada señal indeseada (entre 5 y 55 MHz) que exista en algún punto de la red se extienda a todo el sector que esta atiende, es decir a cada abonado.

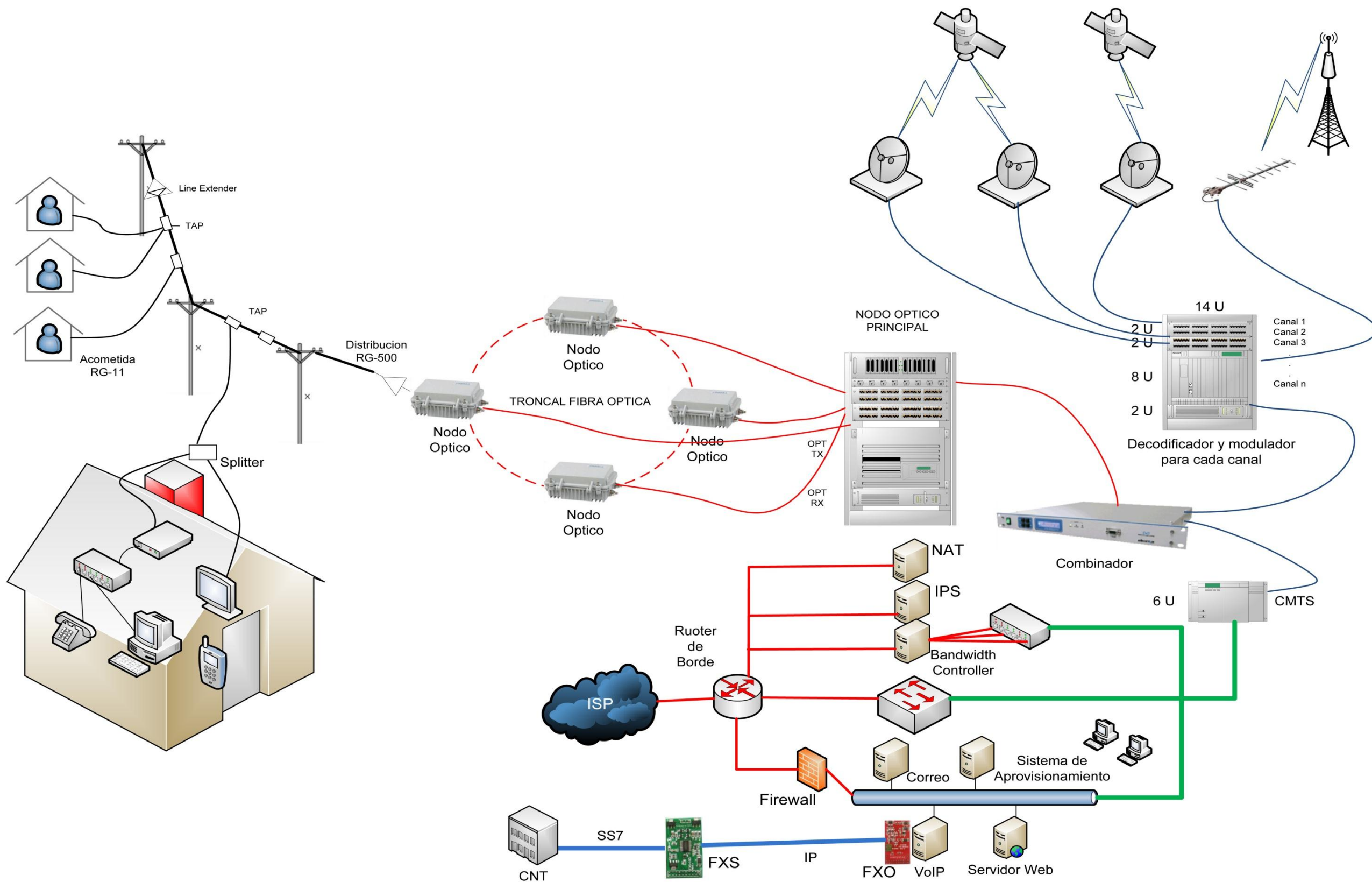
Estas señales indeseadas provienen de emisoras internacionales de onda corta, emisoras de banda ciudadana y radioaficionados, también de elementos del hogar como televisores mal apantallados, ruido generado por los computadores, tubos de neón, motores eléctricos, sistemas de encendido de vehículos, secadores de pelo, líneas eléctricas entre muchas otras.

También hay otras fuentes que producen otro tipo de ruido, llamado impulsivo. El ruido impulsivo existe debido a descargas en el suministro eléctrico, motores y defectos en los mismos postes donde se encuentran los dispositivos eléctricos que transportan la señal.

Este tipo de ruido afecta más al canal de retorno que al descendente. En ocasiones genera niveles muy altos de potencia en el nivel de entrada, lo que provoca un aumento del ruido y afección de la señal.³⁸

³⁸http://www.todotecnologia.net/wp-content/uploads/2010/06/Fuentes_ruido_redes_HFC.pdf, 17 de marzo del 2012

3.7.3 Equipamiento del CRC (Centro de Recepción y Control)



3.7.3.1 CMTS

En la Figura. 3.26. Se puede apreciar un CMTS



Figura. 3.26. CMTS

En la Tabla. 3.11., se muestran tan sólo algunas de estas especificaciones para un CMTS

Tabla. 3.11. Cisco uBR10012 Especificaciones del Hardware del router universal de banda ancha

Descripción	Specification
Chassis	19 rack units with two chassis per 7-foot rack; fully configured chassis weight is 235 lb (106,6 kg) each chassis is 31.25 in. (79.4 cm) high. 17.2 in (43.7 cm) wide, and 22.75 in. (57.8 cm) deep
Power	DC input voltage of -48 to -60 VDC with 300W maximum power consumption, 230 vac option with 2400w maximum power consumption Additional Powering Options: 1. DC input voltage of -40.5 to -72 VDC with 3300W maximum power consumption 2. 230 VAC, 3300W maximum power consumption
Temperature	41 to 104F (5 to 40 C) operating to -40 TO 158F (-40 TO 70 C) non-operating
Interfaces	Eight line card slots; four LAN/WAN interface slots; interfaces include Gigabit Ethernet and Wideband SPA
Compliance and emissions	UL/CSA 60950-1, IEC/EN 60950-1, AS/NZS 60950.1, CAN/CSA 22.2 No. 950-95, EN 300 386
Regulatory	FCC 47CFR15, Class B, CISPR22 Class B, EN55022 Class B, AS/NZS CISPR22 Class B, ICES-003 Class B, VCCI Class B, IEC/EN61000-3-2, IEC/EN61000-3-3, IEC/EN61000-4-2, IEC/EN61000-4-4, IEC/EN61000-4-5, IEC/EN61000-5-6, IEC/EN61000-4-11, designed to meet GR-1089-CORE NEBS EMC and Safety, Issue#5, GR-63-CORE NEBS Physical Protection, Issue#3.
Software support	Cisco IOS Software Release 12.3(13) BC minimum to support PCMM, admission control Advanced Mode DSG, and SII

La empresa cuenta con todos los equipos de bajada de canales satelitales sin embargo para poder brindar los servicios de internet y telefonía debe adquirir los siguientes componentes, aparte del CMTS antes enunciado:

- Servidores de respaldo
- Firewall
- Router
- Switch, capa 1 y capa 2
- Servidores con software de seguridad (IDS,IPS), aprovisionamiento, para asignación de anchos de banda y para Telefonía IP

3.7.3.10 Dentro de la propuesta se sugiere utilizar el Sistema de Aprovisionamiento

Draco OSS ® Module DPD ya que esta es la suite completa de aprovisionamiento DOCSIS basada en el estándar de CableLab que es el estándar que utiliza el CMTS.

3.7.4 Equipamiento en las instalaciones del usuario

DOCSIS establece la instalación de cablemódems en el sitio del suscriptor adicionalmente al CMTS que posee la cabecera como se indica en la Figura. 3.27.

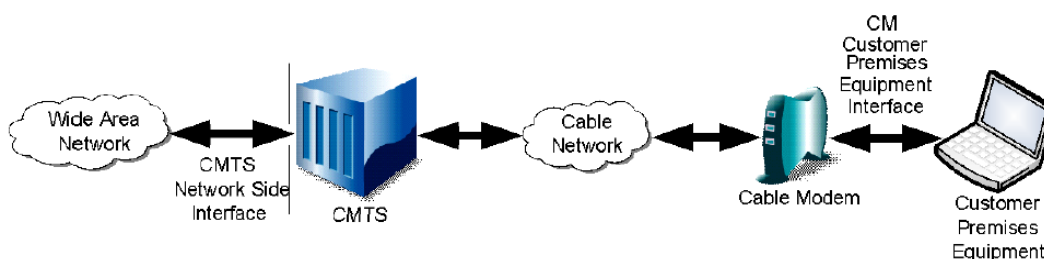


Figura. 3.27. Estándar DOCSIS

3.7.4.1 Cable Modem

Entre las características que busca DOCSIS están:

- Compatibilidad con las normas DOCSIS 3.0, 2.0 y 1.x y las especificaciones PacketCable™ y EuroPacketCable™

- Conectividad a Internet de banda ancha y alto rendimiento
- Adaptador de voz incorporado de dos líneas para telefonía por cable.
- Puertos Ethernet 1000/100/10BASE-T para conectividad con cables.
- Punto de acceso inalámbrico 802.11n.
- Control parental configurable por el usuario que bloquea el acceso a páginas web no deseadas.
- Tecnología Firewall (cortafuegos) que disuade a los piratas informáticos y protege la red doméstica contra el acceso no autorizado.

El cable coaxial proveniente de la acometida converge en un Splitter que dividirá la señal hacia el receptor de televisión y hacia el cable modem, como se ilustra en Figura. 3.28. Este último recibe datos en la banda digital y envía en la banda de retorno.

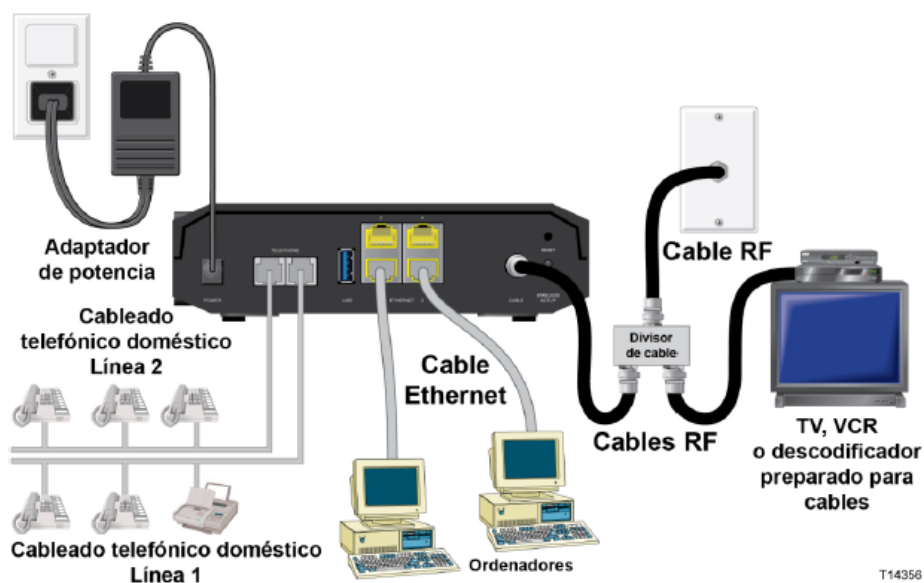


Figura. 3.28. Instalaciones del Usuario

3.8 ACCESO A INTERNET Y TELEFONÍA

En la cabecera es muy importante tomar en cuenta todos los equipos necesarios y su configuración para poder ofrecer el servicio de Internet y Telefonía, sin dejar de lado la seguridad y confiabilidad que debe tener la red para evitar amenazas por ataques automáticos y violaciones de seguridad.

De tal manera se plantea el siguiente equipamiento, ver figura. 3.29

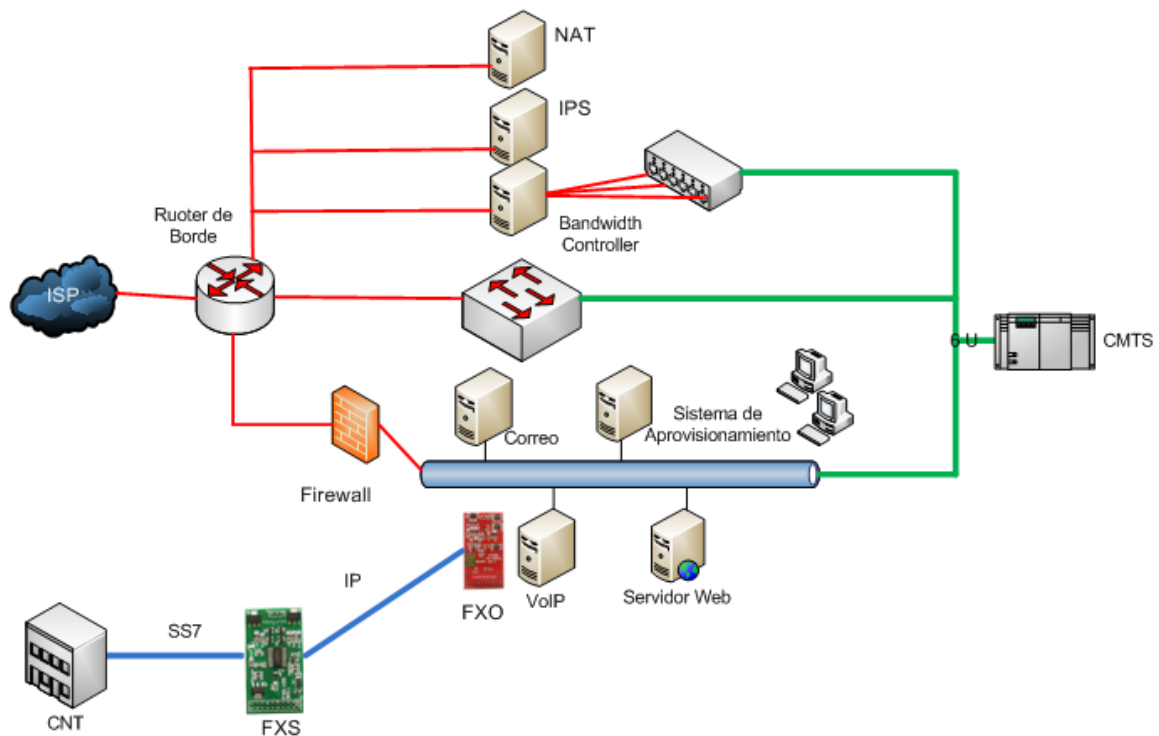


Figura. 3.29. Acceso a internet y Telefonía

Para telefonía se contrata a CNT un acceso digital E1, cuya señalización como toda red de telefonía pública es SS7, sin embargo dado que se pretende manejar un servidor de telefonía IP se necesita realizar el cambio de señalización a telefonía IP para lo cual se utiliza la tarjeta FXS, de la FXS parte la línea y se conecta a una tarjeta FXO que estaría ubicada en el servidor de VoIP, el cual maneja Protocolos H.323 y SIP y en el que se crearan las extensiones para cada usuario.

Un E1 posee 30 canales de voz que pueden ser utilizados también para datos al mismo tiempo, sin embargo de ser necesario se puede contratar varios E1 dependiendo de la cantidad de usuarios que deseen el servicio.

Para poder utilizar la Telefonía IP en el hogar será necesario tener un teléfono IP o en caso de querer utilizar el mismo teléfono análogo se puede adquirir *Gateways* y adaptadores analógicos, normalmente conocido como *Analog Telephone Adaptor o ATA*, que se puede describir brevemente como un dispositivo que convierte señales empleadas en las comunicaciones analógicas a un protocolo de *VoIP*. Concretamente estos

dispositivos se emplean para convertir una señal digital (ya sea *IP* o propietaria) a una señal analógica que pueda ser conectada a teléfonos o faxes tradicionales, y a la inversa, convierte una señal analógica en una señal digital, ver figura. 3.30.



Figura. 3.30. Adaptador telefónico para analógico y SIP

En el caso del Internet se plantea adquirir a un ISP un acceso preferentemente de fibra que iría conectado a un router de borde, el ISP proveerá direcciones públicas, por tal motivo será necesario tener un servidor NAT (*Network address Translation*), este hará que el router de borde, actúe como un agente entre Internet (red pública) y una red local (red privada), esto significa que solo hace falta un rango de direcciones IP públicas para representar a un grupo entero de ordenadores, y para asignar las direcciones IP a cada abonado u ordenador se utilizara un servidor DHCP o el mismo CMTS si es que posee esta característica.

GigaEthernet es un estándar que soporta las nuevas innovaciones en tecnologías de networking e incorpora los conceptos de integración sobre IP, calidad de servicio, escalabilidad, servicios administrados, alta velocidad y costo eficiente, el acceso adquirido debe contar con este estándar y vendrá por fibra óptica y si es necesario se pedirá al ISP redundancia en el acceso de fibra, los tiempos de latencia que el ISP debe proporcionar para que el servicio de internet ofertado sea de calidad no serán mayores a 50ms.

El ancho de banda que se pedirá al ISP dependerá del número de usuarios que necesiten el servicio y se utilizara la relación de 8:1 para asegurar un acceso rápido a Internet.

El router de borde posee varias interfaces las cuales pueden ser independientes y dividir la red, en una red Interna manejada solo por el administrador y una red externa a la cual pueden acceder los abonados.

En la red Interna existen varios servidores que manejan la parte de seguridad como servidores en modo IPS y un servidor con un software propuesto para asignar los anchos de banda para cada usuario (*Bandwidth Controller*), y una vez que se hayan asignado dichos anchos de banda esto pasara a un switch que multiplexara a todas las señales para finalizar en el CMTS.

IPS.- Un sistema de prevención de intrusos (IPS) va más allá de la determinación de una actividad o posible actividad ilegal. El IPS además bloquea el host que está intentando realizar esta actividad determinada como ilegal de forma tal que aún en caso de que la actividad pueda ser potencialmente peligrosa, el atacante se quedará impedido de entrar al servicio que ofrecemos puesto que el IPS le bloquea a nivel de red”³⁹

En la red externa se ubican firewall, servidores de respaldo, el servidor de VoIP y el sistema de aprovisionamiento.

ASPECTOS VARIOS

a. Aspectos Regulatorios - Marco Jurídico

Para operar comercialmente el servicio de valor agregado de Internet se requiere un permiso otorgado por la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones y aprobado por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones.

Se obtiene el Registro Único de Contribuyente “RUC”, en las que están declaradas como actividades económicas principales el servicio de valor agregado de Internet, entre otras. De la misma manera actualmente se debe llevar contabilidad como exige la ley.

Para poder obtener un permiso de debe tener lo siguiente:

³⁹ <http://www.ecualinux.com/soluciones/red-para-linux/ids-e-ips>, 4 de marzo del 2012

REQUISITOS PARA OBTENER EL PERMISO PARA LA EXPLOTACIÓN DE SERVICIOS DE VALOR AGREGADO ISP

PERSONAS JURÍDICAS:

1. Solicitud dirigida al Señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones.
2. Escritura de constitución de la empresa domiciliada en el país.
3. Copia certificada o protocolizada del nombramiento del Representante Legal, debidamente inscrito en el Registro Mercantil.
4. Certificado de obligaciones emitido por la Superintendencia de Compañías.
5. Copia del RUC.
6. Copia de la cédula de identidad del Representante Legal.
7. Copia del último certificado de votación, del Representante Legal.
8. Certificado de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus accionistas incluida la información de imposición de sanciones en el caso de haberlas.
9. Anteproyecto técnico elaborado y suscrito por un ingeniero en electrónica y/o telecomunicaciones.

El Anteproyecto Técnico debe contener lo siguiente:

1. Diagrama técnico detallado del sistema.
2. Descripción y alcance detallado de cada servicio que desea ofrecer.
3. Conexión Internacional: si es infraestructura propia presentar la correspondiente solicitud de Concesión de Uso de Frecuencias, con todos los requisitos que se establecen para el efecto, y si es provista por una empresa portadora autorizada, deberá presentar la carta compromiso de la provisión del servicio.
4. Conexión entre Nodos: si es infraestructura propia presentar la correspondiente solicitud de permiso de Concesión de uso de frecuencias, con todos los requisitos que se establecen para el efecto, y si es provista por una empresa portadora autorizada, deberá presentar la carta compromiso de la provisión del servicio.
5. Modalidades de acceso: descripción detallada de las mismas.
6. Ubicación geográfica inicial del sistema, especificando la dirección de cada Nodo y su descripción técnica.
7. Diagrama técnico detallado de cada Nodo, y especificaciones técnicas de los equipos.

8. Estudio y proyecto de factibilidad económica, mismo que debe incluir: inversión inicial de los 5 primeros años, recuperación y plan comercial.
9. Requerimientos de conexión con alguna red pública de Telecomunicaciones.

Para efecto del estudio técnico se considera como Nodo al sitio de concentración y distribución de usuarios. Nodo principal aquel Nodo por el cual se realiza la conexión Internacional. El Reglamento para la Explotación de Servicios de Valor Agregado fue expedido mediante resolución 071-03-CONATEL-2002 y publicado en el Registro Oficial No 545 del 01 de Abril del 2002.

PERSONAS NATURALES:

1. Solicitud dirigida al Señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones.
2. Copia del RUC.
3. Copia de la cédula de identidad del solicitante.
4. Copia del último certificado de votación, del solicitante.
5. Certificado de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus accionistas incluida la información de imposición de sanciones en el caso de haberlas.
6. Anteproyecto técnico elaborado y suscrito por un ingeniero en electrónica y/o telecomunicaciones.

El Anteproyecto Técnico debe contener lo siguiente:

1. Diagrama técnico detallado del sistema.
2. Descripción y alcance detallado de cada servicio que desea ofrecer.
3. Conexión Internacional: si es infraestructura propia presentar la correspondiente solicitud de Concesión de Uso de Frecuencias, con todos los requisitos que se establecen para el efecto, y si es provista por una empresa portadora autorizada, deberá presentar la carta compromiso de la provisión del servicio.
4. Conexión entre Nodos: si es infraestructura propia presentar la correspondiente solicitud de permiso de Concesión de uso de frecuencias, con todos los requisitos que se establecen para el efecto, y si es provista por una empresa portadora autorizada, deberá presentar la carta compromiso de la provisión del servicio.
5. Modalidades de acceso: descripción detallada de las mismas.

6. Ubicación geográfica inicial del sistema, especificando la dirección de cada Nodo y su descripción técnica.
7. Diagrama técnico detallado de cada Nodo, y especificaciones técnicas de los equipos.
8. Estudio y proyecto de factibilidad económica, mismo que debe incluir: inversión inicial de los 5 primeros años, recuperación y plan comercial.
9. Requerimientos de conexión con alguna red pública de Telecomunicaciones.

Para efecto del estudio técnico se considera como Nodo al sitio de concentración y distribución de usuarios. Nodo principal aquel Nodo(s) por el cual se realiza la conexión Internacional. El Reglamento para la Explotación de Servicios de Valor Agregado fue expedido mediante resolución 071-03-CONATEL-2002 y publicado en el Registro Oficial No 545 del 01 de Abril del 2002.⁴⁰

b. Marco Estructural - Organización De La Empresa

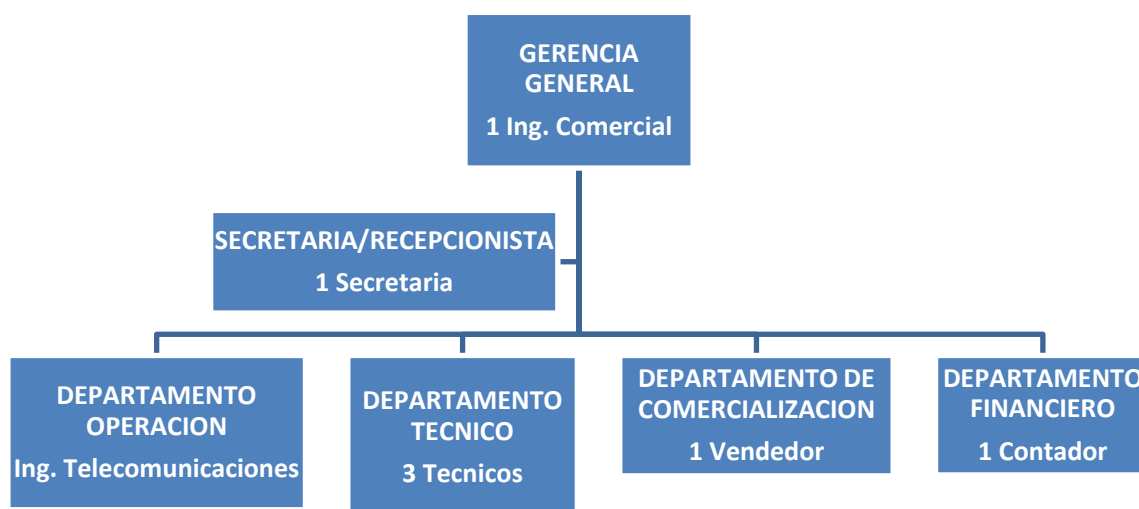


Figura. 3.31. Organigrama Estructural

La estructura orgánica de la empresa está basada por el desempeño y funcionalidad del talento humano para el mejor rendimiento y desempeño de la organización.

⁴⁰ http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&catid=40%3Aservicios&id=154%3Aservicios-de-valor-agregado&Itemid=165, 4 de marzo del 2012

Siendo este un sistema de actividades conscientemente coordinadas formado por dos o más personas; la cooperación entre ellas es esencial para la existencia de la organización. Una organización solo existe cuando hay personas capaces de comunicarse y que están dispuestas a actuar conjuntamente para obtener un objetivo común. Se formaran cargos cuyas reglas y normas de comportamiento deben sujetarse a todos sus miembros. La organización es el acto de disponer y coordinar los recursos disponibles (materiales, talento humano y financieros). Funciona mediante normas y bases de datos que han sido dispuestas para estos propósitos.

c. Aspectos Económico-Financieros

Se sugiere adquirir equipos con proveedores que no solo proporcionen los mismos, además deben facilitar la instalación en el sitio, configuración, capacitación para el personal encargado del manejo del sistema, ofrecer mantenimiento, servicio y soporte técnico para fallos posteriores.

La matriz de insumos de la solución se presenta en el ANEXO A1

d. Análisis de Factibilidad y Rentabilidad

Fue necesario realizar una encuesta y la tabulación respectiva (ANEXO A2 y A3) para determinar la factibilidad del proyecto, concluyendo que mediante la investigación realizada la población de la ciudad de Atuntaqui estaría de acuerdo en adquirir el paquete de servicios convergentes, sin embargo se debe tomar en cuenta que un gran porcentaje de los habitantes ya cuenta con telefonía fija por lo cual habría mayor aceptación en los servicios adicionales de Internet banda ancha y televisión por cable, pero se puede promocionar la telefonía como un servicio adicional al paquete; además en el aspecto económico se sugiere el cobro del paquete Triple Play tomando en cuenta que la velocidad aceptada para el internet por la mayoría es de 1 a 2 Mbps y un número mayor de 40 canales de televisión con una programación variada por un valor estimado entre 30 y 40 dólares mensuales.

Para el tamaño de la muestra se tomo la ecuación 3.7

$$n = \frac{z^2 \cdot d^2 \cdot N}{e^2(N-1) + z^2 \cdot d^2} \quad (3.7)$$

$z = 1.96 \rightarrow$ Tipificado

$d = 0.5 \rightarrow$ Desviación Estándar $d^2 = 0.25 \rightarrow$ Varianza

$e = 0.05 \rightarrow$ Margen de error

$N =$ Población

El valor tipificado z se lo toma en relación al 95% de confianza y equivale a 1,96 y de esto depende el margen de error que se espera, dando como resultado un e de 5%, el valor de la desviación estándar cuando no se tiene su valor se toma el de 0,5 y de ésta resulta la varianza de 0.25.

$$n = \frac{1.96^2 \cdot 0.25 \cdot 20000}{0.05^2(20000-1) + 1.96 \cdot 0.25}$$

$$n = \frac{19208}{50.4875}$$

$$n = 380.45$$

Tomando en cuenta el valor de 30 dólares que se estima para cobrar a los usuarios por el paquete de servicios con 50 canales de TV, 1 Mbps de Banda Ancha y el servicio de Telefonía IP se realizó una proyección de ventas (ANEXO A4) dando como resultado, ver tabla. 3.12:

Tabla. 3.12. Análisis de Factibilidad

Año	Ingresos	Egresos	FNF	Tmar
0	0	200000	-200000	
1	108000	68214	39786	0.15
2	216000	103890	112110	0.15
3	288000	118428	169572	0.15
4	324000	155366	168634	0.15
5	360000	135966	224034	0.15
6	290400	135966	154434	0.15
7	432000	135966	296034	0.15
8	468000	184104	283896	0.15
9	504000	154104	349896	0.15
10	540000	154104	385896	0.15

VAN	\$ 704,377.86
TIR	58%

Se determinaron los dos parámetros más importantes para ver la viabilidad del proyecto VAN tendrá que ser superior a cero, lo que significará que recuperaremos la inversión inicial, si el TIR es alto es decir mayor al 25 % el proyecto es rentable.

e. Aspectos Comerciales

El departamento de comercialización será el encargado de realizar marketing necesario para dar a conocer a los habitantes de los nuevos servicios que Parabólica del Norte provee.

Se plantea la promoción de este nuevo paquete de servicios por medios televisivos, radiales, boletines de prensa, hojas volantes, entre otros, dando a conocer las ventajas, costos, paquetes para empresas.

CAPITULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se diseño una red HFC multiservicios capaz de soportar alrededor de 500 usuarios por nodo siendo este un valor adecuado para poder obtener la calidad de servicio que el usuario desea de la empresa como su proveedor de servicios.
- El diseño de la red HFC está basado en la densidad de la población del Cantón Antonio Ante y la facilidad que brinda el campo en el caso de todo el montaje de la red, sin embargo con el crecimiento de este tipo de redes se estima una cantidad de usuarios potenciales de 4000 suscriptores para dentro de algunos años.
- La topología utilizada para este diseño es de anillo redundante porque tienen la ventaja de que si se interrumpe una trayectoria por un lado, las señales aún pueden llegar por el otro lado del anillo, con la desventaja de que se utilizara mayor cantidad de cable de fibra óptica, siendo una inversión que se justifica por sí misma.
- Se convierte en una necesidad ineludible hacer la red bidireccional para poder brindar el servicio de Banda Ancha y telefonía debido a que este tipo de prestaciones requieren un canal de retorno, proyectándose a ofrecer televisión digital, juegos en red, etc.

- Se analizó la posibilidad de llegar hasta las parroquias rurales de Chaltura, Natabuela y San Roque y se propone llegar con hilos de fibra que convergen en nodos ópticos que tendrán la capacidad de dar servicio a los habitantes de las mismas.
- Una de las características más importantes que presentan las redes HFC es contar con herramientas que facilitan la facturación, activación, desactivación y suspensión por falta de pago, de diagnóstico a problemas para que se realice mantenimiento preventivo, con solo utilizar un sistema de aprovisionamiento.
- Al realizar la encuesta se determinó que la empresa probablemente no debería iniciar ofreciendo el paquete de servicios de Voz, video y datos debido a que esto implicaría realizar la adquisición de un *Set-Top-Box* y puesto que la empresa está funcionando sin este equipo esto encarecería los costos dado que el abonado tendría que pagar por un equipo adicional además de que la mayoría de la población no está interesada en la Telefonía debido a que ya poseen en servicio.
- Gracias al análisis de costos y la proyección de ventas realizada para diez años y según los índices de evaluación económica como Tir, Van y el periodo de recuperación se puede afirmar que la implementación del proyecto es técnicamente viable y financieramente factible a pesar de que la inversión inicial es grande.
- La empresa al gozar de toda esta compleja infraestructura para poder ofrecer el paquete de servicios es probable que necesite personal totalmente capacitado, las 24 horas al día y provisto de toda la herramienta necesaria para dar un soporte oportuno.
- En un inicio se ofertaría una capacidad de 1Mb por usuario de Banda Ancha, posiblemente se podrá proponer hasta 2Mb y dependiendo de los requerimientos técnicos se incrementaría, pero esto dependerá de la capacidad de cada equipo tanto del abonado como del CRC, sin embargo la red está diseñada para soportar hasta 30 Mb.

- La red está diseñada para soportar un número considerablemente alto de usuarios, sin embargo la capacidad se ha sobredimensionado considerando una proyección a futuro de 10 años con esto se garantizará que la red y el servicio no colapsarán ante un comportamiento inusual de los usuarios.
- Los equipos que se han recomendado luego del análisis son aquellos que se ajustaron a los requerimientos en relación a las características y facilidad uso, ofrecen una solución de bajo costo para soportar futuras tecnologías, ofrecen configuraciones de hardware, optimizadas para topologías de red específicas y distintas aplicaciones, soportan especificaciones DOCSIS 3.0, poseen robustez y seguridad, entre otras características.
- El CMTS propuesto posee la característica adicional de integrar un sistema de aprovisionamiento y facturación para el cobro respectivo a los abonados de la empresa por los servicios prestados de una manera eficiente.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar en la cabecera un CMTS y en las instalaciones de los abonados Cable Modem que soporten norma DOCSIS 3.0 debido a que esta especificación permite tener un flujo de retorno para poder ofertar Datos y Voz en la red HFC de preferencia se recomienda que el Cable Modem del usuario sea de la misma marca que la del CMTS debido a incompatibilidades entre marcas a pesar de que se utilice el mismo estándar.
- Se recomienda usar cable de fibra óptica autoportado con mensajero de preferencia ADSS-12B1.3 de doce hilos que cumple con la recomendación UIT-T G.652 por el bajo peso del cable que se debe tomar en consideración ya que el tendido será aéreo.
- Dentro de la propuesta se recomienda utilizar el Sistema de Aprovisionamiento Draco OSS® Module DPD ya que esta es la suite completa de aprovisionamiento

DOCSIS basada en el estándar de CableLab que es el estándar que utiliza el CMTS, y permite una integración facilitando la facturación, detección de fallos, entre otros.

- Es muy importante informarse de todos los permisos y concesiones que se requieren para poder explotar los servicios de valor agregado, de esta forma evitar futuros inconvenientes con los Órganos Regulatorios y demoras en el proyecto.
- Se plantea la posibilidad de que el modem que va en las instalaciones de los abonados sea entregado en comodato por la empresa haciendo un análisis respecto al tiempo en el cual se pueda amortizar el costo del equipo, pero si las capacidades adquisitivas de la empresa se ven afectadas será necesario buscar la opción de que el mismo usuario sea el que adquiera el equipo con un crédito dado para facilitar al usuario el pago.
- Se recomienda pensar a futuro la utilización de un Set-Top-Box ya que este dispositivo permite codificar la señal con el fin de no permitir la división de la señal y evitar que se degrade.
- Para la facturación del servicio se recomienda realizar por debito bancario.

BIBLIOGRAFÍA

- http://www.cnt.com.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=230%3Anuestra-tecnologia&catid=52%3Anuestecnacernos&Itemid=1 ,28 de octubre del 2011
- http://www.supertel.gob.ec/pdf/publicaciones/revista_supertel_8.pdf, 12 de noviembre del 2011
- http://www.dirsi.net/sites/default/files/El%20estado%20de%20la%20Banda%20Ancha%20en%20Ecuador_0.pdf, 10 de noviembre del 2011
- Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información:
www.mintel.gov.ec/24/09/10, 11 de noviembre del 2011
- http://www.dirsi.net/sites/default/files/El%20estado%20de%20la%20Banda%20Ancha%20en%20Ecuador_0.pdf, 11 de noviembre del 2011
- http://www.dirsi.net/sites/default/files/El%20estado%20de%20la%20Banda%20Ancha%20en%20Ecuador_0.pdf, 11 de noviembre del 2011
- http://www.bandaancha.es/Informacion/Tecnologias/Documents/librotaba28_1_de_3.pdf, 13 de noviembre del 2011
- <http://www.in.gov/oucc/files/BroadbandEspanol.pdf>, 13 de noviembre del 2011
- <http://www.gsi.dit.upm.es/~legf/Varios/redes-cable.pdf>, 15 de noviembre del 2011
- http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes_1/optica.htm, 16 de noviembre del 2011
- <http://www.yio.com.ar/fibras-opticas/10/05/2011>, 15 de noviembre del 2011
- <http://www.qsl.net/x3rlr/coaxiales.htm>, 21 de noviembre del 2011
- <http://www.gsi.dit.upm.es/~legf/Varios/redes-cable.pdf>, 25 de noviembre del 2011
- <http://comunicaciones3-upc.blogspot.com/p/sistemas-de-telecomunicaciones-con.html>, 29 de noviembre del 2011
- http://oa.upm.es/2697/2/BERROCAL_LIBRO_2009_01.pdf, 4 de diciembre del 2011
- <http://exa.unne.edu.ar/informatica/redes-ap/apuntesAlumnos/Tema5HFC.pdf>, 10 de diciembre del 2011
- <http://exa.unne.edu.ar/informatica/redes-ap/apuntesAlumnos/Tema5HFC.pdf>, 12 de diciembre del 2011

- <http://exa.unne.edu.ar/informatica/redes-ap/apuntesAlumnos/Tema5HFC.pdf>, 13 de diciembre del 2011
- http://oa.upm.es/2697/2/BERROCAL_LIBRO_2009_01.pdf, 13 de diciembre del 2011
- <http://theoldcatvequipmentmuseum.org/160/162/1623/index.html>, 14 de diciembre del 2011
- <http://books.google.com.ec/books?id=EjO70ghunOIC&pg=PA384&lpg=PA384&dq=amplificador+de+linea+tv&source=bl&ots=5Le4z4BFTn&sig=03DKS3jZRaF4zWjZ8HyzrKiqWI&hl=es&sa=X&ei=VmMhT8e9D8XgggeQo4GDCQ&ved=0CG0Q6AEwDjgK#v=onepage&q=amplificador%20de%20linea%20tv&f=false>,
15 de diciembre del 2011
- http://oa.upm.es/2697/2/BERROCAL_LIBRO_2009_01.pdf, 20 de diciembre del 2011
- http://oa.upm.es/2697/2/BERROCAL_LIBRO_2009_01.pdf, 25 de diciembre del 2011
- <http://www.krconsult.com/cursos/redes2/redcab.htm>, 26 de diciembre del 2011
- http://www.upv.es/satelite/trabajos/pract_8/intelsat/intro.htm, 27 de diciembre del 2011
- http://ocw.upm.es/teoria-de-la-senal-y-comunicaciones-1/sistemas-de-telecomunicacion-2011/Contenidos/Material_de_clase/t.4/apuntes/4_sistemas_acceso_hibridos_HFC_2011_.pdf, 27 de diciembre del 2011
- <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4179/1/CD-1333.pdf>, 5 de enero del 2012
- <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/675>, 5 de enero del 2012
- http://www.fortunecity.com/marina/southsea/318/hfc/archivos_web/intro.htm, 6 de enero del 2012
- http://www.fortunecity.com/marina/southsea/318/hfc/archivos_web/intro.htm
- Normas de Diseño y Construcción De Redes De Telecomunicaciones Con Fibra Óptica, Gerencia De Ingeniería / Acceso Fijo 1º Versión, Noviembre 2011, 14 de enero del 2012

- Normas de Diseño y Construcción De Redes De Telecomunicaciones Con Fibra Óptica, Gerencia De Ingeniería / Acceso Fijo 1° Versión, Noviembre 2011, 7 de enero del 2012
- http://www.cablelabs.com/specifications/CM-SP-PHYv3_0_110-111117.pdf, 4 de marzo del 2012
- <http://esp.hyperlinesystems.com/catalog/cable/rg6.shtml>, 7 de marzo del 2012
- <http://www.cnt.gob.ec/pdfs/NORMAS%20REGULATORIAS/NORMAS%20DE%20CALIDAD%20DEL%20SERVICIO%20DE%20VALOR%20AGREGADO%20DE%20INTERNET.pdf>, 13 de marzo del 2012
- www.unavarra.es, 14 de marzo del 2012
- <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/351/1/CD-0761.pdf>, 15 de marzo del 2012
- http://www.todotecnologia.net/wp-content/uploads/2010/06/Fuentes_ruido_redes_HFC.pdf, 17 de marzo del 2012
- <http://www.ecualinux.com/soluciones/red-para-linux/ids-e-ips>, 4 de marzo del 2012
- http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&catid=40%3Aservicios&id=154%3Aservicios-de-valor-agregado&Itemid=165, 4 de marzo del 2012