

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD**



**PROPUESTA DE MEJORA DE LA RED DE TRANSPORTE CANTV EN EL
ESTADO ANZOÁTEGUI DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LAS
POBLACIONES EL ALAMBRE –CLARINES – PUERTO PÍRITU.**

**REALIZADO POR:
INDIRA DEL VALLE CORTEZ ORTEGA**

Trabajo de Grado Presentado Ante la Ilustre Universidad de Oriente Como
Requisito Parcial para Optar al Título de Ingeniero Electricista.

Barcelona, Julio 2010.

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD**



**PROPUESTA DE MEJORA DE LA RED DE TRANSPORTE CANTV EN EL
ESTADO ANZOÁTEGUI DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LAS
POBLACIONES EL ALAMBRE –CLARINES – PUERTO PÍRITU.**

Revisado y Aprobado por:

Ing. Elec. Eulogio Hernández

Ing. Elec. Julio Aguilera

(ASESOR ACADÉMICO)

(ASESOR INDUSTRIAL)

Barcelona, Julio 2010.

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD**



**PROPUESTA DE MEJORA DE LA RED DE TRANSPORTE CANTV EN EL
ESTADO ANZOÁTEGUI DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LAS
POBLACIONES EL ALAMBRE –CLARINES – PUERTO PÍRITU.**

El Jurado hace constar que ha asignado a esta Tesis la calificación de:



Ing. Elec. Eulogio Hernández
(Asesor Académico)

Ing. Elec. José Bernardo Peña
(JURADO PRINCIPAL)

Ing. Elec. Enrique Serrano
(JURADO PRINCIPAL)

Barcelona, Julio 2010.

RESOLUCIÓN

De acuerdo al artículo 41 del Reglamento de Trabajo de Grado: ***“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad y solo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización”.***

DEDICATORIA

A mi madre Emma Ortega por su dedicación en el cuidado de nuestra familia, su inmensa valentía de vida, su constancia en la educación de cada uno de nosotros y su amor incondicional.

A mi padre Roberto Cortez por tener tanta dedicación como mi madre en el cuidado de nuestra familia, por su ejemplo en luchar por grandes ideales humanos, su alegría y optimismo infinitos.

Al Dios del cielo por poner cientos de ángeles de carne y hueso en mi camino que me han enseñado que la vida siempre es algo más, una misión infinitamente superior bendecida por sus manos.

AGRADECIMIENTOS

Sentirse agradecido es siempre un motivo de alegría porque nos demuestra que alguien estuvo con nosotros en algún momento para ayudarnos, entonces, dar gracias es saber que hay gente y situaciones que te llevaron a algo bueno.

Infinitas gracias a mis padres: Emma Ortega y Roberto Cortez por ser esa unión firme y amorosa la guía en la educación de mis hermanos y la mía propia, me enseñaron que los buenos valores no son un sueño que vivirlos no es una realidad lejana, que se puede construir un mundo mejor siempre y cuando personalmente se luche por no perderlos. La familia Cortez Ortega son motivo y aliento para mi vida, por su alegría, unión, tristezas, victorias y maravillas, gracias por permitirme formar parte de ustedes; admiro a mi hermana Bárbara por siempre tener mucha claridad en sus decisiones, la amo porque siempre puede entenderme, me conoce a veces hasta más que yo y porque ella es Cerebro y yo Pinky (¡Conquistemos al mundo!). Mi hermano Emmanuel por su buen humor casi inquebrantable, su fuerza, valentía y ganas de vivir, tu presencia es especial, sin ti no seríamos lo que somos, te amo.

Gracias a mi Padre del cielo por hacerme su hija, por hacerme saber que desde que estaba en el vientre de mi madre ya me conocías, por tener mi nombre grabado en la palma de tu mano, no merezco tantas bendiciones de tu parte, sin embargo, me las regalas cada día para que las disfrute y las comparta.

Gracias a Jesús de Nazareth por ser mi amigo incondicional, mi inspiración y mi más grande amor; haber tenido la oportunidad de verte a los

ojos es mi mayor fuerza, en los ojos de todos aquellos jóvenes y niños con los que he has dado la oportunidad de compartir mi vida. Mi corazón es tuyo, que no me olvide jamás de Tu Gracia y de Tus bendiciones. En ti confío.

Gracias María Santísima por ser Madre amorosa a cada instante, la más cálida, la más poderosa, tu compañía ha sido como agua en momentos de sed. Eres el sol que ilumina mi cielo, Madre, te amo.

Hay muchos otros seres especiales que son mi inspiración de vida a los cuales necesito dar gracias porque me han enseñado que los seres humanos pueden ser perfectos, pido a todos ellos que oren por la humanidad y por todos mis seres queridos: gracias papá Don Bosco tu sueño es realidad y por darme la oportunidad de formar parte de el, gracias a San Pío de Pietrelcina por tu vida hermosa y ejemplo del amor de Dios, a San Josémaría Escrivá de Balaguer por su forja y su garra y por último a Santo Domingo Savio, gracias niño por tu belleza y especial santidad.

Gracias al profesor Eulogio Hernández por su guía en la realización de mi tesis, su ayuda es de gran importancia para mí, se le admira mucho por su inteligencia y grandes responsabilidades.

Muchas gracias a Nelsis Gil por ayudarme en prácticamente toda la realización de esta tesis, brindarme tu amistad y ser parte de esas personas tal vez sin conocerse mucho ayudan a otros desinteresadamente, gracias por ser mi asesora honoraria.

Gracias especialísimas a todos mis compañeros de CANTV por su receptividad y por que me sentí siempre muy bien trabajando con ustedes, le agradezco primero que nada a la Sra. Belkys Rondón por su hermosa

amistad y por ser ejemplo de vida y de lucha, a la Sra. Yudith Moreno por ser como una mamá y por su alegría, a la Sra. Maritza Caldea por su ayuda en todo momento y su simpatía, a el Sr. Eusebio Rojas por su apoyo, a la Sra. Raiza por su amistad y confianza, al Ing. Alejandro López por su valiosa ayuda en todo momento, a la Ing. Odila López por su ayuda y su interés, a mi asesor industrial el Ing. Julio Aguilera por su buena receptividad, su apoyo y simpatía, al Ing. Elio por sus buenas explicaciones, gracias a los chicos de conmutación: Sr. José Luis, Sra. María, Sra. Nohelí y Sra. Lisset, gracias a los ingenieros y trabajadores del departamento de COPRA por su colaboración en la realización de esta tesis y finalmente gracias especiales a las chicas que mantienen limpias las instalaciones de CANTV por su cordialidad.

No podían faltar todos mis familiares, a la familia Ortega gracias por ser amigos, unidos y siempre apoyándome en todo firmemente: Mi abuela Urbana por ser la Maíta de toda la familia y de todo el que la conozca, a mi tía Alvira y mi prima Paola por su cariño tan bonito, son bellas las dos, a mi tía Alba, Magorio y sus Albitas (Alba José, Albany y Albana) por recibirme en su casa y su bonito afecto, a mi tía Lenny, Freddy y a mi ahijado mágico Luis Fernando por siempre recibirme tan bien y su cariño, a mi tía Raquel y su Ronald (El Gordo) por su alegría y afecto, a mi tía Imery y mis super primos Nelver y Genesis por el buen recibimiento y el cariño que siempre me dan, a mi tía María y sus niños Marycruz y Albertito por contagiarnos a todos de su buen humor y afecto incondicional, a mi tío Ronald, Emilet y su bella Laurita, a mi tía Elena y mis hermanos del alma Mirna y Ronny, sin dejar atrás a lo mas bonito de la casa Salomé, a mi tía Anaís y mis primos, El Negro, Gaby y Danny (son super divertidos y como mis hermanos), Xiolangel, Sergio y lo mas espectacular Adrianita, a mi tía Xiomara y su pequeño Santiago a todos por su compañía y cariño a lo largo de mi vida.

La familia Cortez gracias por su alegría y amor enormes y por su comida: A mi abuelo Goyo por ser el papá de todos y el precursor de la alegría, a mi abuela Teresa (Q.E.P.D) aunque no me acuerdo mucho de ti estoy segura de que siempre nos acompañas, mis tías que siempre son tan cariñosas, atentas y luchadoras, Carmen, Ligia y Australia al igual que mis primos Roberto Carlos (el chino), Lois, Lius, Carlos Luis, Lenin, Karla y Liomer. A mis tíos siempre tan divertidos y amables Luis Sucre, Luis Lanza y Orangel.

A mis familia de los Encuentros Familiares de Venezuela a todos gracias por todo lo que hemos vivido, mis tíos, papis y hermanos, en especial a los tíos Leida y Pedro por ser los mejores consejeros, apoyo en las luchas y en las enseñanzas, Mónica y Juan porque siempre que estoy con ustedes me siento bienvenida y verdaderamente parte de su familia, Rocío y Franklin por su cariño, abrazos y enseñanzas de vida, Miguel y Cristina los amo grandote por el apoyo, comprensión y trabajo en unidad, Glenis y Vicente por ser tan virtuosos en los caminos de Dios, son ejemplo para todos y siempre me siento en familia en su compañía. No podían faltar mis grandes hermanos de EHH con los que he crecido, reído, aprendido, llorado y sobretodo servido a Dios: Bárbara, Marcenic, Maryflor, Albanys, María José, Miguel, Abraham, Marianella, Antonieta, Valerita, Jully, Javier, Rodolfo, Rosa, Johel, Manuel, Andrea, Rafael (niño), mis babys Bryan y Danny y por último pero no menos especiales a Rafael (cuerpo) por tener un corazón tan grande como su peso, a Eduardo (pasito) por ser mi cruz y prácticamente mi mejor amigo, a Carlos por su divertida personalidad y su seguridad en la fe que siempre me la transmite y a Franklin por ser tan el, sin ti no se que sería de nosotros hermano, eres especial.

A mi hermano mayor por excelencia el padre Andrés Arcila por ser sacerdote de Cristo, amigo, formador, confesor y apoyo en todo tiempo.

Al oratorio “San Francisco de Sales” en Cerro de Piedra por ser el lugar mas mágico del mundo, a los niños y jóvenes tan amados por Dios y nosotros los cuales sábado a sábado compartimos como una familia, a los que les digo como dice Don Bosco: ¡Imagínense la fiesta que haremos en el Paraíso!

A mis compañeros de clases de todos los tiempos, los de El Socorro, mi amiga desde kínder hasta hoy María Fernanda, Luz Marina, Víctor y Jhosty, los del liceo, a la siempre especial Patricia, Daniela, Daniel y Carl. Los compadres de la UDO, Henry, José Antonio y Amilcar gracias por el compinche, el estudio, las risas, las clases de salsa y el laboratorio de digitales, al igual que a César y Jonathan, amigos, ¡Lo logramos! También a Laura, Desiree, Vanessa y Joanny por ser siempre buenas amigas y compañeras de clases.

A mi maestra de 6to grado Milagros, a mis profesores del liceo Antonio Lugo por ser siempre y hasta hoy un buen padrino de graduación y Carmen Cordero siempre tan atenta. Los de la UDO: Eulogio Hernández, Bernardo Peña, Enrique Serrano, Santiago Escalante, Luis Parraguez y Melquiades Bermúdez.

¡A todos, Dios los llene de infinitas gracias y bendiciones!

Indira Cortez

TABLA DE CONTENIDO

RESOLUCIÓN	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTOS.....	VI
TABLA DE CONTENIDO	XI
LISTA DE FIGURAS	XV
LISTA DE TABLAS	XVIII
INTRODUCCIÓN	XIX
CAPITULO I	116
EL PROBLEMA.....	116
1.1 Planteamiento del Problema.	116
1.2 Justificación e Importancia.	118
1.3 Objetivos.....	119
1.3.1 Objetivo General.....	119
1.3.2 Objetivos Específicos.....	120
CAPITULO II	121
MARCO TEÓRICO	121
2.1 Estructura de una red de telecomunicaciones.....	121
2.1.1 Red de Acceso.	122
2.1.2 Red de Transporte.....	122
2.1.3 Red de Conmutación.	124
2.1.3.1 Conmutación.....	124
2.1.3.2 Técnicas de Conmutación.....	126
2.1.3.2.1 Conmutación de Circuitos.....	126
2.1.3.2.2 Conmutación de Mensajes.	127
2.1.3.2.3 Conmutación de Paquetes.....	128
2.1 Luz.	130
2.2 Propagación de la luz:.....	131
2.3 Fibra óptica:.....	133
2.3.1 Reflexión total interna y ángulo crítico:	134
2.3.2 Máximo ángulo de acoplamiento y apertura numérica:	135
2.3.3 Ventajas y desventajas de la fibra óptica:.....	136
2.3.3.1 Ventajas:	137

2.3.3.2 Desventajas:	138
2.3.4 Elementos ópticos que conforman un sistema de comunicación por fibras ópticas.....	139
2.3.5 Transmisión de luz en una fibra	140
2.3.6 Tipos de fibras ópticas.....	141
2.3.6.1 Fibras Multimodo.....	141
2.3.6.2 Fibras Monomodo.....	143
2.3.7 Ancho de banda de la fibra.....	143
2.3.8 Parámetros de la fibra óptica.....	145
2.3.8.1 Parámetros estáticos.....	145
2.3.8.2 Parámetros dinámicos.....	146
2.3.9 Pérdidas de potencia óptica (Atenuación).....	146
2.3.9.1 Pérdidas extrínsecas.....	147
2.3.9.2 Pérdidas intrínsecas.....	147
2.3.10 Ventanas de operación de la fibra óptica.....	148
2.3.11 Cable óptico.....	149
2.3.11.1 Tipos más importantes de cables ópticos:	149
2.3.11.2 Composición del cable óptico.....	153
2.3.11.3 Pérdidas en los cables ópticos.....	153
2.3.11.4 Empalmes ópticos.....	156
2.3.11.5 Pérdidas por empalmes ópticos.....	157
2.3.11.6 Conectores ópticos.....	157
2.3.12 Generadores de luz.....	161
2.3.13 Detección óptica.....	161
2.4 Topología de redes.....	162
2.4.1 Topologías lógicas.....	162
2.5 DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) SDH y PDH	165
2.6 Plataforma tecnológica de transporte de la red de CANTV.....	167
2.6.1 Red troncal CANTV.....	168

2.6.2 Red SDH (Synchronous Digital Hierarchy)	169
2.6.3 Red PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy).....	171
2.6.4 Red DWDM – CANTV- Oriente	171
2.6.4.1 Anillo DWDM – Oriente I	171
2.6.4.2 Anillo DWDM – Oriente II	172
2.7 Redes IP.....	173
2.8 Protocolos IP	175
2.9 Redes Metro Ethernet	177
2.10 Redes de Nueva Generación (NGN).....	178
2.10.1 Concepto de NGN.....	178
2.10.2 Características de una red NGN	181
2.9.3 Ventajas de las redes NGN	183
2.10 Marco Legal.....	185
2.10.1 La Constitución Nacional	185
2.10.2 Ley Orgánica de Telecomunicaciones	186
2.10.3 Reglamento sobre la Operación de Equipos Terminales Públicos de Telecomunicaciones.	188
2.10.4 Reglamento de Interconexión.....	191
CAPÍTULO III	194
MARCO METODOLÓGICO	194
3.1 Tipo de investigación.....	194
3.2 El problema.	195
CAPITULO IV.....	197
4.1 Situación actual del tramo comprendido entre las poblaciones El Alambre – Clarines –Puerto Píritu.	197
4.2 Tipo de tecnología existente en la red de transporte integrada en parte del tramo 9 del estado Anzoátegui.	199
4.2.1 Tecnología existente en El Alambre.	199
4.2.2 Tecnología existente en Clarines.....	199
4.2.2.1 Central Analógica Hitachi:	199

4.2.3	Tecnología existente en Puerto Píritu.....	201
4.2.3.1	Universal Media Gateway (UMG 8900).....	201
4.2.3.1.1	Distribución del frame Mini UMG.	205
4.2.3.1.2	Aplicaciones de red del UMG 8900.	206
4.2.3.2	Central NEAX 61E.....	207
4.2.3.3	Alcatel 7450	210
	SUB.APLICACION	116
4.2.3.3.1	Principales Características:	211
4.2.3.3.2	Beneficios.	211
4.3	Red de Transporte Integrada CANTV – OPSUT en el estado Anzoátegui.	212
4.3.1	Alcance.....	214
4.4	Características y especificaciones técnicas de los equipos propuestos en los diferentes nodos del tramo.	217
4.4.1	Nodo de acceso El Alambre.	218
4.4.1.1	UA5000.....	218
4.4.1.2	Nodo NGN Outdoor ONU-F01D500.....	220
4.4.2	Nodo de acceso Clarines.....	229
4.4.2.1	Nodo NGN Outdoor ONU-F01D1000.....	230
4.4.3	Nodo Secundario Puerto Píritu.	232
4.4.5	Medio de transmisión:.....	233
4.5	Establecer la estructura de la red propuesta para el tramo de red... 236	
4.5.1	Cómputos métricos de mano de obra y plan de inversión:	238
	CONCLUSIONES	242
	RECOMENDACIONES	243
	BIBLIOGRAFÍA	244

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Partes en la que se divide una red de telecomunicaciones.	121
Figura 2.2: Red de transporte.	124
Figura 2.3: Red de conmutación.	125
Figura 2.4: Conmutación de Circuitos.	127
Figura 2.5: Conmutación de Paquetes.	129
Figura 2.6: Modelo referencial de telecomunicaciones.	130
Figura 2.7: Ángulos de las ondas incidente y refractada (casos 1 y 2).	133
Figura 2.8: Composición de una fibra óptica.	134
Figura 2.9: Ángulo crítico.	135
Figura 2.10: Máximo ángulo de acoplamiento.	136
Figura 2.11: Enlace punto a punto por fibras ópticas.	140
Figura 2.12: Fibra multimodo.	141
Figura 2.13: Fibra de índice escalonado.	142
Figura 2.14: Fibra de índice gradual.	142
Figura 2.15: Fibra monomodo.	143
Figura 2.16: Ventanas de operación de la fibra óptica.	149
Figura 2.17: Cable de estructura holgada.	150
Figura 2.18: Cable de estructura ajustada.	151
Figura 2.19: Cable blindado o con armadura.	151
Figura 2.20: Cable Matriz de cinta.	152
Figura 2.21: Cable de figura en 8.	153
Figura 2.22: Pulsos en dispersión modal.	155
Figura 2.23: conector ST.	158
Figura 2.24: conector FC.	159
Figura 2.25: Conector bicónico.	159
Figura 2.26: Conector SMA.	159
Figura 2.27: Conector D4.	160

Figura 2.28: conector SC.....	160
Figura 2.29: Conector FDDI.....	160
Figura 2.30: Topología punto a punto.....	163
Fuente: Propia.....	163
Figura 2.31: Topología en anillo.....	163
Figura 2.32: Topología en estrella.....	164
Figura 2.33: Topología común o “bus”.....	165
Figura 2.34: Transformación del servicio en Venezuela.....	166
Figura 2.35: Evolución de las redes ópticas.....	167
Figura 2.36: Red interurbana de fibra óptica en Venezuela.....	169
Figura 2.37: Anillos SDH Red Troncal Interurbana.....	170
Figura 2.38: Anillo DWDM- Oriente I.....	172
Figura 2.39: Anillo DWDM – Oriente II.....	173
Figura 2.40: Pila de protocolos de la familia TCP/IP.....	174
Fuente: Propia.....	174
Figura 2.41: Arquitectura de Anillos Metro Ethernet.....	178
Figura 2.41: Integración Multiservicios.....	181
Figura 4.1: Distribución del gabinete H66 – 22 para Mini UMG.....	204
Figura 4.2: Frame Mini UMG.....	205
Figura 4.3: Aplicaciones de red.....	206
Figura 4.4: Subsistemas NEAX 61E.....	210
Figura 4.5: Red integrada CANTV – OPSUT y Red del Estado.....	213
Figura 4.6: Mapa con los tramos a desarrollar.....	213
Figura 4.7: Mapa con los tramos a construir, sustituir y reutilizar.....	214
Figura 4.8: Mapa del estado Anzoátegui con los tramos a construir (rojo) y reutilizar (azul).....	215
Figura 4.9: Red CANTV (rojo) – OPSUT (azul) del Estado Anzoátegui....	215
Figura 4.10: Topología física de la red (Parte del tramo 9).....	217
Figura 4.11: Vista exterior del Gabinete.....	220

Figura 4.12: Estructura interna del ONU-F01D500.....	223
Figura 4.13: Vista interna del equipo.	224
Figura 4.14: HABD (Principal).....	226
Figura 4.15: HABF (Bastidor Extendido).	226
Figura 4.16: Distribución interna de los Frame.	229
Figura 4.17: Vista interna del nodo.	231
Figura 4.18: Estructura interna del ONU-F01D1000.....	231
Figura 4.19: Red Metro Ethernet Puerto Píritu.....	233
Figura 4.20: Topología física de la red (Parte del tramo 9).....	234
Figura 4.21: Topología física de la red propuesta.....	236
Figura 4.22: Visión de la red futura.	237

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1: Comparación de las tecnologías PDH y SDH.	168
Tabla 3.1: Variables Dependientes de la Investigación.....	195
Tabla 3.2: Variables Independientes de la Investigación.	195
Tabla 4.1: Características del Mini UMG 8900.	203
Tabla 4.2: Capacidad del equipo.....	203
Tabla 4.3: Características de la red.....	212
Tabla 4.4: Tipos de fibra óptica a utilizar en los tramos.	216
Tabla 4.5: Estándar de clasificación de equipos.	219
Tabla 4.6: Dimensiones del equipo Outdoor.	221
Tabla 4.7: Tipos de puertos.....	221
Tabla 4.8: Detalles de la estructura interna del nodo ONU-F01D500.	224
Tabla 4.9: Capacidad del Equipo Outdoor.	225
Tabla 4.10: Descripción tarjetas de Servicio.	227
Tabla 4.11: Dimensiones del equipo Outdoor.	232
Tabla 4.12: Capacidad del equipo Outdoor.....	232
Tabla 4.13: Cantidad y tipo de fibra óptica por tramo de la Red.....	234
Tabla 4.14: Cómputos métricos de mano de obra El Alambre	238
Tabla 4.15: Plan Financiero El Alambre	239
Tabla 4.16: Cómputos Métricos de Mano de Obra Clarines.....	240
Tabla 4.18: Plan Financiero El Alambre.	241

INTRODUCCIÓN

En Venezuela la primera empresa en proveer servicio de telecomunicaciones fue la Compañía Anónima Nacional de Teléfonos de Venezuela (CANTV), esta es una empresa competitiva con altos niveles de calidad en la oferta de sus productos y servicios, todos ellos enfocados en las necesidades de los clientes y bajo la constante supervisión de la Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL).

La empresa de telecomunicaciones CANTV posee una red de transmisión tanto por fibra óptica como por microondas; en el caso específico de fibra óptica en el país se han instalado 5796 kilómetros de planta física de ésta para corresponder a la demanda de servicios de la nación.

Las redes de fibra óptica son ampliamente utilizadas para comunicación a larga distancia, sin necesidad de utilizar repetidores para recuperar la señal; son un modelo de red que permite satisfacer las nuevas y crecientes necesidades de capacidad de transmisión y seguridad demandada por las empresas operadoras de telecomunicaciones, todo ello además con la mayor economía posible, es decir, mediante las nuevas tecnologías con elementos de red puramente ópticos se logran los objetivos para aumentar la capacidad de transmisión y seguridad.

En el estado Anzoátegui, se tienen aproximadamente 396 km de fibra instaladas, esta cantidad de fibra no solo se aumentará, sino que se creará una red mucho más óptima para los tramos que van desde Araure hasta el Tigre (tramo 5), Caracas (La Urbina) hasta Barcelona (tramo 9), Clarines hasta Ciudad Bolívar (tramo 11), Pariaguán hasta Mapire (tramo 12) y La Viuda hasta Carúpano (tramo 13) son las redes contempladas a instalarse en

el estado Anzoátegui, que vendrán a complementar la red de transporte existente. El tramo a estudiar comienza desde el poblado El Alambre, pasando por Clarines, Puerto Píritu hasta Barcelona (parte del tramo 9).

Con el Octavo Proyecto de Servicio Universal de Telecomunicaciones (OPSUT) de la empresa CANTV se plantea la realización, instalación, operación y mantenimiento de la infraestructura necesaria para la prestación de servicios de comunicaciones de banda ancha en el ámbito geográfico nacional.

El propósito principal de esta propuesta es mejorar la red de transporte en el tramo El Alambre – Clarines – Puerto Píritu con la finalidad de lograr una plataforma que mejore y aumente los servicios de voz, enlaces de datos de baja y alta velocidad, video, entre otros. De esta manera se quiere obtener una infraestructura capaz de soportar las exigencias del crecimiento de la empresa en el área, así como lograr para el estado Anzoátegui una planta física que solucione la interconexión en las poblaciones de El Alambre y Clarines que no poseen un sistema de transmisión adecuado, ni equipos de nueva generación por lo que estos servicios son pobres y en algunos casos inexistentes. El centro poblado de Puerto Píritu se tiene una central acorde con los requerimientos de nuevos servicios pero tiene problemas de interconexión por falta de un medio de transmisión adecuado. El Octavo Proyecto de Servicio Universal de Telecomunicaciones viene a solucionar estos problemas en dichos lugares ya que tiene contemplado la construcción de una plataforma de fibra óptica de canalización subterránea completamente que interconecte las poblaciones antes mencionadas; así como también contempla la instalación de equipos de nueva generación.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema.

Una red de fibra óptica proporciona gran capacidad para transportar información, esta propiedad es ventajosa en cuanto a que varias señales portadoras (ópticas) se pueden transmitir por una única fibra óptica utilizando distintas longitudes de onda de un haz láser en cada una de ellas, esto se traduce en grandes cantidades de información por una sola red. Las redes de fibra óptica son ampliamente utilizadas para comunicación a larga distancia, sin necesidad de utilizar repetidores para recuperar la señal; son un modelo de red que permite satisfacer las nuevas y crecientes necesidades de capacidad de transmisión y seguridad demandada por las empresas operadoras de telecomunicaciones, todo ello además con la mayor economía posible, es decir, mediante las nuevas tecnologías con elementos de red puramente ópticos se logran los objetivos para aumentar la capacidad de transmisión y seguridad.

La empresa de telecomunicaciones CANTV (Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela) posee una red de transmisión tanto por fibra óptica como por microondas; en el caso específico de fibra óptica en el país se han instalado 5796 kilómetros de planta física de esta para corresponder a la demanda de servicios de la nación. El Octavo Proyecto de Servicio Universal de Telecomunicaciones (OPSUT) de la empresa CANTV, plantea realizar la instalación, operación y mantenimiento de la infraestructura necesaria para la prestación de servicios de comunicaciones de banda ancha en el ámbito geográfico nacional, priorizando los ejes de desarrollo Norte - Llanero y

Orinoco – Apure. Esta red permitirá interconectar este último con el eje Norte – Costero beneficiando a una población de alrededor de 8 millones de habitantes, dicho proyecto, viene a mejorar en gran medida la red nacional de transporte y satisfacer las necesidades del aumento en la demanda de servicios, la nueva planta física integrada, contempla la creación de una infraestructura con visión a largo plazo, para esto, se requiere la utilización de fibra óptica de canalización subterránea como medio de transmisión idóneo para este caso.

En el estado Anzoátegui, se tienen aproximadamente 396 km de fibra instaladas, con el proyecto OPSUT esta cantidad no solo se aumentará sino que se creará una red mucho más óptima para los tramos que van desde Araure hasta el Tigre (tramo 5), Caracas (La Urbina) hasta Barcelona (tramo 9), Clarines hasta Ciudad Bolívar (tramo 11), Pariaguán hasta Mapire (tramo 12) y La Viuda hasta Carúpano (tramo 13) son las redes contempladas a instalarse en el estado Anzoátegui y vendrán a complementar la red de transporte existente. Parte del tramo 9 a estudiar comienza desde el poblado El Alambre, pasando por Clarines, Puerto Píritu hasta Barcelona.

La red de transporte a examinar que empezará desde la población de El Alambre hasta Clarines no posee infraestructura de transporte, ni nodos NGN que ofrecen servicios de voz, datos, entre otros; colocando un nodo de acceso en El Alambre y otro en Clarines (esta última población posee problemas de interconexión desde hace aproximadamente un año, ya que tiene una central móvil la cual necesita ser modernizada) se traducirá en una mejora significativa que dará solución no solo a los problemas de interconexión, tráfico y transporte para esa población sino también para Barcelona; la red que viene de Clarines se conecta con el poblado de Puerto Píritu que cuenta con un nodo secundario lo que optimizaría la plataforma

física existente. La red que va desde Puerto Píritu hasta Barcelona se reutilizará, a fin de transportar los nuevos requerimientos en cuanto a servicios de telecomunicaciones se refiere.

Al mejorar y construir una infraestructura mas estable en comparación a la establecida por el proyecto CANTV – OPSUT; en esta parte del tramo 9 será posible crear una solución a los problemas de interconexión en esta red, la cual tiene mucha importancia en el Estado Anzoátegui ya que es una red que se comunica con Caracas, además de actualizar la plataforma a nuevas tecnologías y equipos que estarán a la altura de los nuevos retos y exigencias de las telecomunicaciones de este tiempo; esta investigación es una propuesta para establecer los requerimientos de esta red de transporte y que en un futuro no muy lejano, pueda ser implementada por la empresa CANTV.

1.2 Justificación e Importancia.

El surgimiento de nuevas tecnologías, la comercialización de equipos más rápidos, potentes y la necesidad creciente en la eficiencia del manejo de información han originado una expansión tremenda en el mundo no solo de las telecomunicaciones sino de las redes cuyo desenlace ha sido la demanda de gran cantidad de servicios de internet, voz, datos, entre otros; lo que obliga un crecimiento asociado a la creación de redes que soporten la demanda de servicios y a las empresas de telecomunicaciones a construir planta física que soporte las exigencias de este crecimiento, además que se encuentre en un nivel competitivo frente a las demás empresas que ofrecen servicios similares.

La empresa CANTV ha sido líder en Venezuela en cuanto a comunicaciones se refiere y siempre se ha mantenido vigilante de nuevas tecnologías a fin de mejorar sus servicios; actualmente, nuestro país no escapa de la realidad del crecimiento de las telecomunicaciones por lo que la demanda de servicios de nueva generación se ha incrementado los últimos años. Con el fin de satisfacer estas necesidades, la empresa ha creado el Octavo Proyecto de Servicio Universal de Telecomunicaciones como respuesta a estos requerimientos a fin de aumentar la planta física de fibra óptica a lo largo del país, no solo para mejorar los servicios sino para llevarlos a regiones donde el acceso de las telecomunicaciones es pobre. Las poblaciones seleccionadas del tramo 9 a estudiar, como es el caso de El Alambre y Clarines, no cuentan con servicios de nueva generación y los servicios de telefonía son obsoletos y en algunos casos inexistentes, en el caso de Puerto Píritu si se cuenta con este tipo de beneficios en cuanto a redes modernas que prestan servicios acordes con las exigencias actuales. En estas poblaciones esta contemplada la instalación de una red de fibra de canalización subterránea completamente nueva, aparte vendrá a solucionar los problemas de interconexión, no solo para estos sectores sino para el estado Anzoátegui ya que tendrá una nueva red de acceso que se comunicará con la capital del país con un medio de transmisión adecuado que apoye el aumento de demanda de servicios de esta índole.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo General.

Proponer mejora de la red de transporte de CANTV en el estado Anzoátegui del tramo comprendido entre las poblaciones El Alambre – Clarines – Puerto Píritu.

1.3.2 Objetivos Específicos.

1. Describir la situación actual del tramo comprendido entre las poblaciones El Alambre – Clarines – Puerto Píritu.
2. Identificar el tipo de tecnología existente en la red de transporte integrada en parte del tramo 9 del estado Anzoátegui.
3. Explicar la red integrada de transporte CANTV – OPSUT en el estado Anzoátegui.
4. Estudiar las características y las especificaciones técnicas de los equipos y medio de transmisión propuestos para la mejora de la red.
5. Establecer la estructura de la red propuesta en el tramo comprendido entre las poblaciones El Alambre – Clarines – Puerto Píritu.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Estructura de una red de telecomunicaciones.

En general, la estructura de una red típica de telecomunicaciones se puede dividir (figura 2.1) en tres partes diferenciales en: red de acceso, red de transporte y red de conmutación. Alrededor de éstas gira una estructura para la gestión y administración, que resulta fundamental para la provisión de servicios y el mantenimiento operativo de la red.

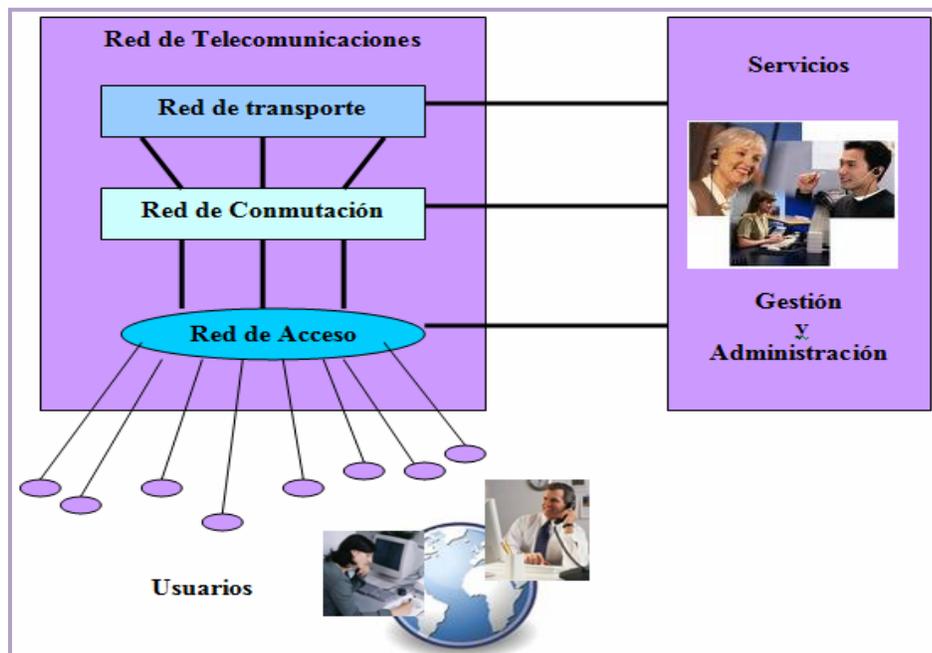


Figura 2.1: Partes en la que se divide una red de telecomunicaciones.

Fuente: Gil, N. "Propuesta de actualización para las centrales analógicas móviles Hitachi a NGN en la empresa CANTV". Trabajo de Grado, Universidad de Oriente, Puerto La Cruz (2010).

2.1.1 Red de Acceso.

Es la parte de la red de telecomunicaciones que conecta los nodos de conmutación con los terminales de los subscripciones. Si se tratase de una red pública de telecomunicaciones, al considerar la red de acceso, hay que tener en cuenta el denominado punto de terminación de red (PRT), que es el conjunto de conexiones físicas o radioeléctricas y sus especificaciones técnicas de acceso que se necesitan para tener acceso a la misma y a los servicios que la utilizan como soporte.

En esta parte de la red, de acceso, son frecuentes las etapas de concentración empleando multiplexores o concentradores, con la finalidad de ahorrar medios de transmisión. Este multiplexaje requiere de una perfecta sincronización de la red, aunque es un proceso delicado se logra la interoperatividad mediante el empleo de protocolos de señalización robustos. Dentro de los medios de transmisión de red de acceso se tienen:

- Sistemas inalámbricos.
- Cables metálicos.
- Sistemas satelitales.
- Sistemas de fibras ópticas.
- Sistemas de radio.

2.1.2 Red de Transporte.

La red de transporte es una red de ámbito nacional estructurada en capas. Transporta información de usuario desde un punto a otro u otros puntos de forma bidireccional o unidireccional. También transfiere diversas

clases de información de control de red, tales como la señalización e información de operaciones y mantenimiento.

En general la red de transporte, que contiene los sistemas de transmisión y de interconexión entre los distintos elementos de la red, puede ser compartida por distintos tipos de servicios, mientras que la red de conmutación suele ser específica del servicio prestado. Así para proporcionar el servicio fijo y/o móvil se utiliza centrales de conmutación telefónicas específicas mientras que para el de datos se hace el uso de nodos X.25, ATM, Frame Relay, routers IP, etc., es decir conmutación de circuitos o conmutación de paquetes. Los medios de transmisión en la red de transporte pueden ser:

- Sistemas de cables metálicos.
- Sistemas de radio links.
- Sistemas satelitales.
- Sistemas de fibra óptica.

La red de transporte en si esta constituida por la red de acceso y la red troncal, la primera se encarga de conectar los nodos de conmutación con los terminales de los subscriptores y la segunda es la parte de la red de telecomunicaciones que interconecta los nodos de conmutación. La función de estas dos redes se ha llamado tradicionalmente sistemas de transmisión. En la figura 2.2 se muestran las características de una red de transporte.

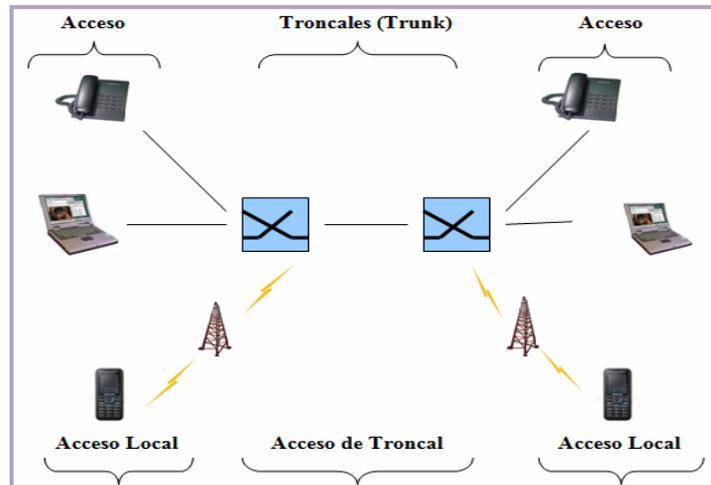


Figura 2.2: Red de transporte.
Fuente: Archivos de la empresa CANTV.

2.1.3 Red de Conmutación.

2.1.3.1 Conmutación.

Conmutación es “el establecimiento bajo demanda, de una conexión individual, desde una entrada (puerto) deseada hacía un puerto de salida deseado, dentro de un conjunto de posibilidades, por todo el tiempo que dure la transferencia de información”. Si cada una de las centrales es digital.

En la figura 2.3, muestra una red constituida por tres centrales de conmutación. Como dice el concepto, su función es conectar los puntos que hagan falta para que los usuarios puedan utilizar los servicios ofrecidos por un operador de telecomunicaciones: voz, data, video o una combinación de los anteriores (Multimedia).

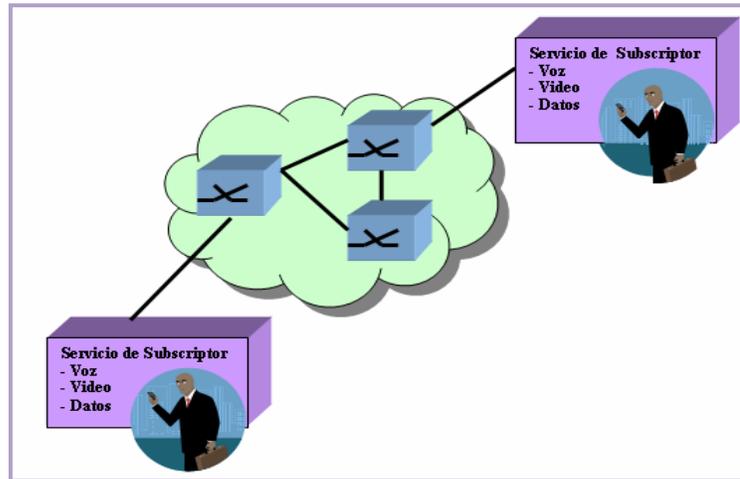


Figura 2.3: Red de conmutación.

Fuente: Gil, N. "Propuesta de actualización para las centrales analógicas móviles Hitachi a NGN en la empresa CANTV". Trabajo de Grado, Universidad de Oriente, Puerto La Cruz (2010).

En las redes de conmutación se establece un circuito entre el emisor (origen) y el receptor (destino) para el intercambio de información entre ellos, bien antes del envío o en ese mismo momento, quedando establecidos la ruta o el camino de transmisión de datos. Esta estructura es la típica de las redes de datos de área extensa y de la red telefónica, en la que se utilizan como medios de transmisión circuitos dedicados punto a punto o conmutados.

Los nodos de conmutación (centrales, router, switches, etc.) transfieren la información de sus entradas a sus salidas, comunicando unas con otras. Los nodos suelen ser activos, realizando funciones de control de errores y de flujos, además de las propias de encadenamiento, siendo muy importante su velocidad de procesamiento para determinar las presentaciones de la red.

2.1.3.2 Técnicas de Conmutación.

La conmutación es el proceso por el cual se pone en comunicación un usuario con otro a través de una infraestructura de comunicaciones común, compartida entre todos los terminales para la transferencia de la información.

Los tres servicios fundamentales que emplean técnicas de conmutación son el teléfono, el telégrafo y el de datos, pudiendo utilizar una de las tres técnicas de conmutación actuales de circuitos, de mensajes y de paquetes, si bien los dos primeros suelen emplear las dos primeras, respectivamente, el tercero cualquiera de las tres.

2.1.3.2.1 Conmutación de Circuitos.

La técnica de conmutación de circuitos, que puede ser espacial o temporal, consiste en el establecimiento de un circuito físico previo al envío de información, que se mantiene abierto durante todo el tiempo que dura la misma. El camino físico se elige entre los disponibles empleando diversas técnicas de señalización, si viaja en el mismo canal (por canal asociado) o si lo hace por otro destino (canal común), encargadas de establecer, mantener y liberar dicho circuito. Esta técnica resulta adecuada cuando la conmutación se realiza entre equipos similares, sin que sea necesario realizar conversión de códigos, protocolo o velocidades y cuando el flujo de información es más o menos constante, este procedimiento es el empleado en las centrales telefónicas para establecer una comunicación. Las principales características de la conmutación de circuitos son las siguientes:

- Ideal para servicios sincronizados.
- Capacidad dedicada entre usuarios.

- La información se coloca en ranuras de tiempo de longitud fija “Times Slots”.
- Poco retardo.
- No necesita procedimiento de retransmisión.
- Los errores de bits no son críticos.

En la figura 2.4 se muestran las características de la conmutación de circuitos.

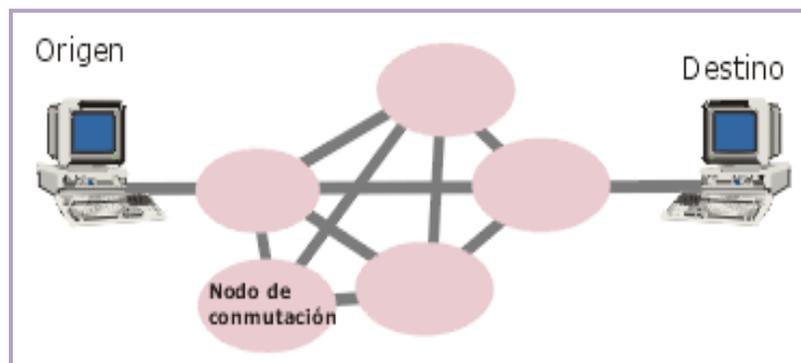


Figura 2.4: Conmutación de Circuitos.

Fuente: http://fmc.axarnet.es/images/redes/nodo_conmutacion.gif.

2.1.3.2.2 Conmutación de Mensajes.

La conmutación de mensajes es un método basado en el tratamiento de bloque de información dotado de una dirección de origen y otra de destino, por lo que pueden ser tratados por los centros de conmutación de la red que los almacena hasta verificar que han llegado correctamente a su destino procediendo, solo entonces, a su retransmisión.

Esta técnica requiere el establecimiento de colas de mensajes, en espera de ser transmitido en un canal disponible, lo que puede ocasionar congestión

de la red en caso de estar mal dimensionada, no resultando adecuada para una comunicación interactiva, ya que los retardos pueden resultar muy altos.

2.1.3.2.3 Conmutación de Paquetes.

Con la finalidad de mejorar las debilidades de la conmutación de circuitos y en especial la de la transmisión de datos se desarrolló la conmutación de paquetes. La información esta dividida en paquetes de longitud variables. La dirección de entrega esta incluida en cada paquete mediante una etiqueta "Label". De esta manera los paquetes son enviados al receptor o al siguiente nodo.

La ruta a través de la central de conmutación es seleccionada por intermedio de la etiqueta y aunque es parecida a la anterior esta emplea mensajes mas corto y de longitud fija (paquetes) lo que permite el envío de los mismos sin la necesidad de recibir el mensaje completo que previamente se ha troceado. Cada uno de estos paquetes tiene información suficiente sobre la dirección, así como para el control del mismo en el caso de que suceda alguna anomalía de la red.

Los paquetes (también llamados datagramas, tramas o celdas, dependiendo de la tecnología de que se trate) permanecen muy poco tiempo en memoria, por lo que resulta muy rápida, permitiendo aplicaciones de tipo convencional, como pueden ser las de consulta. Con la técnica de conmutación de paquetes un mismo medio de transmisión puede ser compartido entre varios usuarios, ocupando recursos solamente cuando envía o recibe datos, lo que es una manera muy eficiente de hacer uso del mismo. Las principales características de la conmutación de paquetes son las siguientes:

- Ideal para servicios de datos.
- Conmutación basada en dirección.
- La información se coloca en paquetes de longitud variable.
- Posibilidad de retransmisión.
- Sensibles a los errores de bits.

En la figura 2.5 se muestran las características de la conmutación de paquetes.

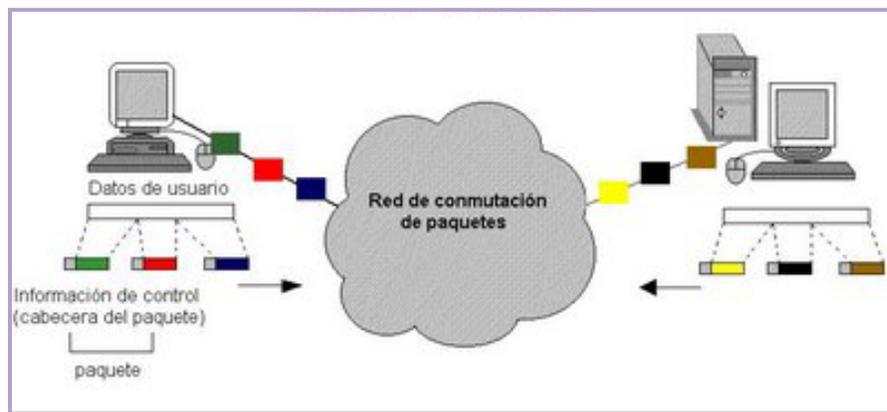


Figura 2.5: Conmutación de Paquetes.
Fuente: <http://images.google.co.ve>.

Cabe destacar que en la estructura de una red de telecomunicaciones a parte de estar conformada por los tres tipos de redes anteriores descritos, también es necesario mencionar la red inteligente y la red de operación y mantenimiento para que el modelo de referencia de una red de comunicaciones este completo. El conjunto de todas estas redes permite la utilización de modelo para los (4) principales tipos de tele servicios, estos son:

- Voz.
- Data.
- Video.

➤ Multimedia.

La figura 2.6 muestra dicho modelo de referencia.

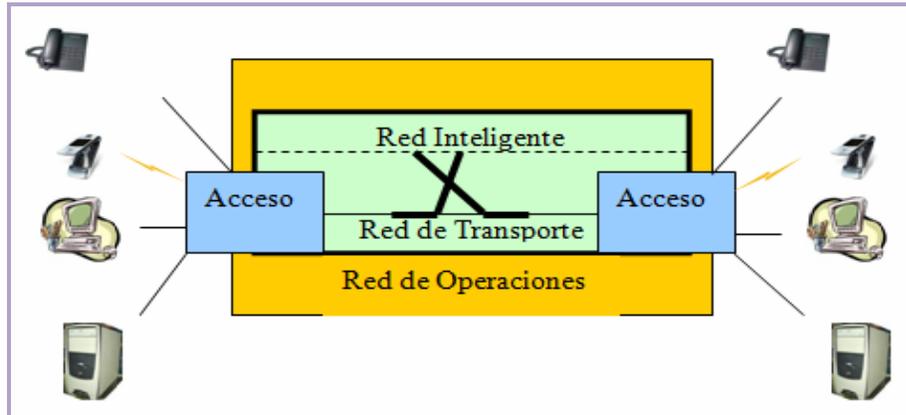


Figura 2.6: Modelo referencial de telecomunicaciones.

Fuente: Gil, N. "Propuesta de actualización para las centrales analógicas móviles Hitachi a NGN en la empresa CANTV". Trabajo de Grado, Universidad de Oriente, Puerto La Cruz (2010).

2.1 Luz.

Es una onda electromagnética la cual obedece a leyes o ecuaciones de Maxwell, esta consiste en un campo eléctrico E y un campo magnético H los cuales oscilan a una frecuencia de 10^{14} Hz , el período de la oscilación es:

$$\eta = \frac{c}{v} \quad (\text{Ec.1})$$

Las ondas de luz pueden interferir entre si produciéndose interferencia constructiva cuando están en fase e interferencia destructiva cuando están 180° fuera de fase. La naturaleza ondulatoria de la luz es importante para analizar la propagación de esta en fibras ópticas.

2.2 Propagación de la luz:

La luz se propaga en línea recta a través de un medio homogéneo, es decir, un medio que es de igual naturaleza en todas sus direcciones. La velocidad de propagación de la luz en el vacío es de 300.000 Km/s; cuando se propaga a través de cualquier otro medio diferente del vacío su velocidad es menor.

- **Índice de refracción.** El cambio de dirección que experimenta un rayo de luz cuando pasa de un medio a otro diferente recibe el nombre de refracción. El índice de refracción (n) se obtiene a través de la relación de la velocidad de propagación de la luz en el espacio libre con respecto a la velocidad de la luz en el material específico, es decir,

$$n_1 \text{sen} \theta_1 = n_2 \text{sen} \theta_2 \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

c : Velocidad de la luz en el espacio libre

v : Velocidad de la luz en el material específico

- **Reflexión total.** Cuando una onda plana incide en la superficie que separa dos medios dieléctricos con diferente índice de refracción, experimenta dos fenómenos: se desvía o refleja hacia el mismo medio del que procede, por lo que recibe el nombre de “onda reflejada” y varía la trayectoria original, al atravesar la interface se convierte en una “onda refractada”

Estas ondas se relacionan mediante las siguientes leyes:

- **Ley de reflexión:** cuando un haz de luz se refleja en una superficie, el ángulo de incidencia (θ_i) es igual al ángulo de reflexión (θ_r), es decir: $\theta_i = \theta_r$.
- **Ley de refracción o ley de snell:** los índices de refracción de los dos medios están a razón inversa de los senos de los ángulos que forma la normal de la superficie de separación con las respectivas ondas, es decir:

$$\boxed{n_1 \text{sen} \theta_1 = n_2 \text{sen} \theta_2} \text{ (Ec. 3)}$$

Donde:

n_1, n_2 : Índice de refracción de los medios 1 y 2 respectivamente

θ_1 : Ángulo incidente

θ_2 : Ángulo refractado

Caso 1. $n_1 < n_2 \rightarrow \text{sen} \theta_2 < \text{sen} \theta_1 \rightarrow \theta_2 < \theta_1$

El rayo refractado se acerca a la normal de la interface, tal como se muestra en la figura 2.7.

Caso 2. $n_1 > n_2 \rightarrow \text{sen} \theta_2 > \text{sen} \theta_1 \rightarrow \theta_2 > \theta_1$

El rayo refractado se acerca a la interface, como se ve en la figura 2.7.

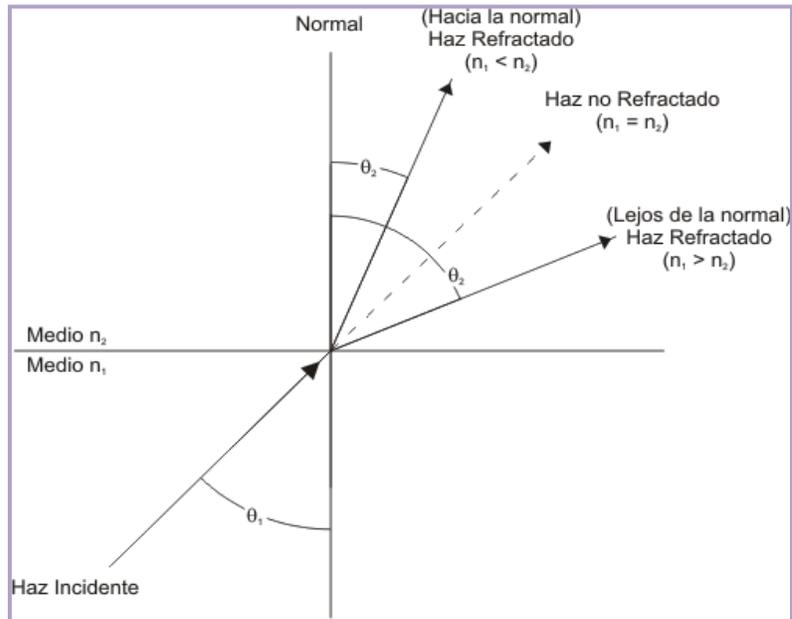


Figura 2.7: Ángulos de las ondas incidente y refractada (casos 1 y 2).
Fuente: <http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica>.

2.3 Fibra óptica:

Una fibra óptica es un conductor óptico filiforme, dieléctrico, extremadamente delgado, a través del cual se propaga la luz. Su estructura mas simple consta de una porción central de plástico o vidrio llamado núcleo o alma, un recubrimiento, también de vidrio o plástico, llamado corteza, envoltura o manto (cladding) y una chaqueta protectora de caucho o plástico (ver figura 2.8). El núcleo es el camino real de propagación de la luz y tiene un índice de refracción distinto al de la corteza. Dependiendo de la ley de variación (perfil) de este parámetro a través de la fibra, se habla de fibras de paso de índice (step-index) y fibras de gradiente de índice (graded-index).

1. Fibra óptica
2. Protección secundaria (holgada o densa)
3. Elemento de tracción (aramida o fibra de vidrio)

4. Cubierta interna (PVC, polietileno...)
5. Coraza
6. Cubierta exterior (PVC, Polietileno...)

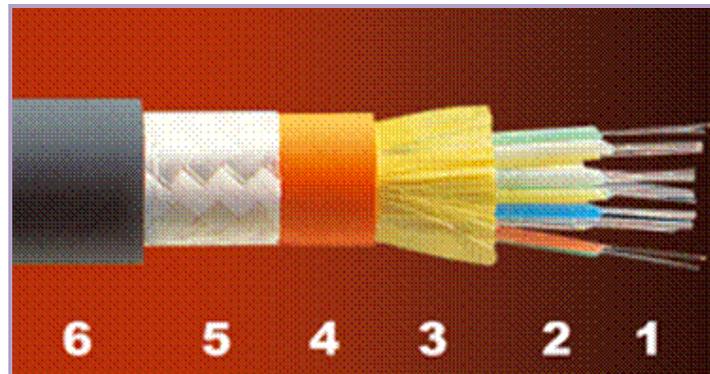


Figura 2.8: Composición de una fibra óptica.

Fuente:http://nemesiis.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2_1_1.htm

2.3.1 Reflexión total interna y ángulo crítico:

Cuando un rayo de luz pasa por un medio con un índice de refracción alto a un medio con un índice de refracción menor, se refracta hacia la superficie al pasar al segundo medio. Si se aumenta el ángulo de incidencia del rayo, también aumentará el ángulo de refracción del mismo, de modo que existe un valor del ángulo de incidencia para el cual el rayo refractado se propaga a lo largo de la superficie de separación. Este ángulo recibe el nombre de “ángulo crítico” y es el mismo valor que debe tener el ángulo de incidencia del haz luminoso para que la onda refractada sea nula y la reflexión del mismo sea total.

Por lo tanto, para que se cumpla el principio de reflexión total interna dentro de la fibra, deben cumplirse dos condiciones:

- El índice de refracción del primer medio (n_1), que corresponde al núcleo de la fibra, es mayor que el índice de refracción del segundo medio (n_2), correspondiente al revestimiento.
- El ángulo de incidencia del haz luminoso debe ser mayor o igual que el ángulo crítico, el cual se determina mediante la siguiente expresión:

$$\theta_c = \text{Sen}^{-1}(n_2 - n_1) \quad (\text{Ec. 2.4})$$

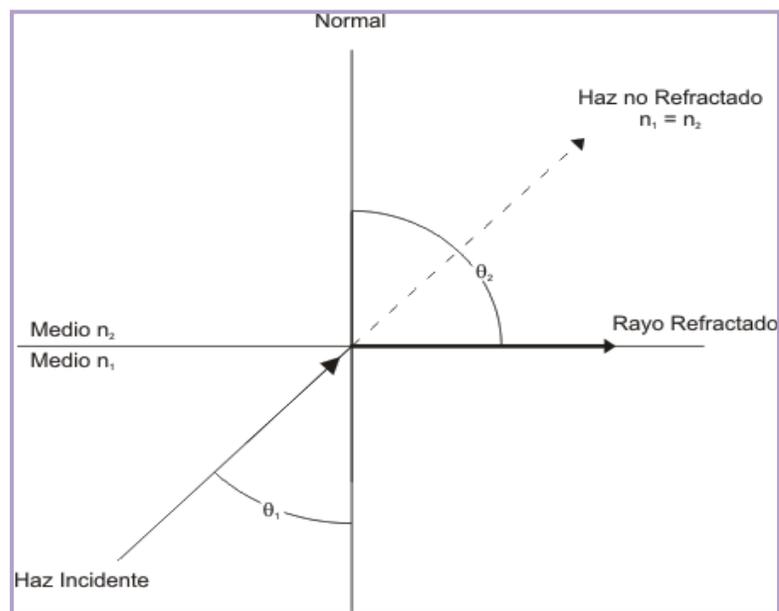


Figura 2.9: Ángulo crítico

Fuente: <http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica>.

2.3.2 Máximo ángulo de acoplamiento y apertura numérica:

El corte de una fibra óptica es el proceso de seleccionarla, de tal manera que produzca una superficie final plana y suave que sea perpendicular al eje

de la fibra. Esto asegura que sea máxima la cantidad de luz que pueda propagarse por una fibra. Solo los rayos de luz que inciden en la superficie aire – fibra con ángulos menores que el **máximo ángulo de acoplamiento** (θ_c) son refractados al núcleo de la fibra y capturados por ella. Los rayos de luz incidentes en la frontera aire-fibra con ángulos mayores que el máximo ángulo de acoplamiento no son capturados por la fibra. (Ver figura 2.10). La **apertura numérica** de la fibra (AN) es una medida de la propiedad de aceptación de la luz de una fibra óptica. Entre más grande es la magnitud de la apertura numérica, mayor es la cantidad de luz aceptada por la fibra de la fuente de luz externa. Está relacionada matemáticamente con el máximo ángulo de acoplamiento.

$$AN = \text{sen } \theta_c = (n_1^2 - n_2^2)^{1/2} \quad (\text{Ec. 2.5})$$

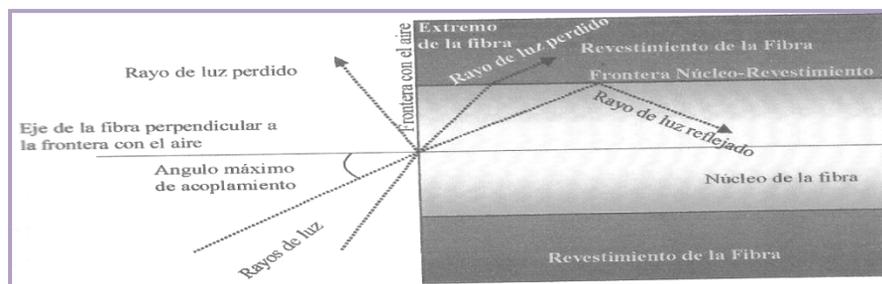


Figura 2.10: Máximo ángulo de acoplamiento.

Fuente: Patiño, M. "Diseño de una red de fibra óptica para la transmisión de voz y datos entre las oficinas comerciales ubicadas en la ciudad de Cumaná y la sede principal de una empresa de electricidad, zona Sucre – Cumaná".

2.3.3 Ventajas y desventajas de la fibra óptica:

La fibra óptica tiene muchas ventajas sobre otros medios de transmisión eléctricos convencionales, sin embargo, tiene también impedimentos que deberán examinarse antes de proceder a su instalación.

2.3.3.1 Ventajas:

- **Gran capacidad.** La fibra óptica tiene la capacidad de transmitir grandes cantidades de información. Su gran ancho de banda supone más información por conductor que con los medios convencionales. Se manejan valores desde cientos de MHz hasta decenas de GHz.
- **Tamaño y peso.** Tiene un diámetro mucho más pequeño y es más ligero que un cable de cobre de capacidad similar.
- **Interferencia eléctrica.** La fibra óptica no se ve afectada por la interferencia electromagnética o interferencia de radiofrecuencia.
- **Aislamiento.** La fibra óptica es un dieléctrico, no contiene conductores eléctricos y puede suministrar un aislamiento eléctrico normal para la multitud de aplicaciones. Puede eliminar la interferencia originada por las corrientes a tierra o por condiciones potencialmente peligrosas causadas por descargas eléctricas en las líneas de comunicación.
- **Seguridad.** Una fibra óptica no se puede intervenir por medio de mecanismos eléctricos convencionales con conducción superficial o inducción electromagnética. Los rayos luminosos viajan por el centro de la fibra y pocos o ninguno pueden escapar.
- **Fiabilidad y mantenimiento.** Los enlaces de fibras ópticas bien diseñados son inmunes a condiciones adversas de humedad y temperatura. Su vida de servicio está estimada en más de treinta años. El mantenimiento requerido para un sistema de fibras ópticas es menor que el requerido para un sistema convencional, debido a que se requieren menos cantidad de estaciones de repetición en un enlace de fibras ópticas.
- **Versatilidad.** Los sistemas de comunicaciones por fibra óptica son los adecuados para la mayoría de los formatos de comunicaciones de datos, voz y vídeo.

- **Expansión.** Los sistemas de fibras ópticas bien diseñados se pueden expandir fácilmente. Un sistema diseñado para una transmisión de datos a baja velocidad, se puede transformar en un sistema de alta velocidad cambiando la electrónica. El cable de fibra óptica utilizado puede ser el mismo.
- **Regeneración de la señal.** La tecnología presente puede suministrar comunicaciones por fibras ópticas mas allá de los 70 Km. antes de que quiera regenerar la señal, la cual puede extenderse a 150 Km usando amplificadores láser. Futuras tecnologías podrán extender esta distancia a 200 Km y posiblemente a 1000 Km.

2.3.3.2 Desventajas:

- **Conversión electro-óptica.** Antes de conectar una señal eléctrica de comunicación a una fibra óptica, la señal debe convertirse al espectro luminoso [850, 1310 ó 1550 nanómetros (nm)] y una vez en el extremo receptor de la fibra óptica, la señal óptica debe se convertir otra vez en señal eléctrica antes de poder ser utilizada. Estas conversiones se realizan por medios electrónicos.
- **Instalación especial.** Son necesarias técnicas especiales para la ingeniería e instalación de los enlaces se requiere un equipamiento adecuado para probar y poner en servicio las fibras ópticas.
- **Reparaciones.** Los procedimientos de reparación de un cable de fibras óptica dañado requieren un equipo de técnicos de mucha destreza y habilidad en el manejo del equipamiento. Los empalmes y uniones de las fibras se realizan bajo procesos muy complejos y los equipos que los ejecutan son muy costosos.

- **Materiales de alta pureza.** Si bien los materiales que constituyen las fibras son muy abundantes y baratos, ellos deben ser purificados intensamente para poder elaborar las fibras ópticas.
- **Vulnerabilidad a radiación.** La atenuación de las fibras ópticas de vidrio y sílica aumenta notablemente con la radiación nuclear (rayos gamma y neutrones), las fibras puras son menos vulnerables que las dopadas y las de plástico lo son menos aún. La presencia de fósforo aumenta la sensibilidad a la radiación, en especial a 1300 nm y 1550 nm.
- **Vulnerabilidad al hidrógeno.** Debido a sus pequeñas dimensiones moleculares, el hidrógeno se difunde con gran rapidez a través de todos los materiales conocidos y especialmente en el vidrio. Así cuando una fibra está expuesta a una atmósfera de hidrógeno, este se difunde en su estructura molecular causando aumento de atenuación (por moléculas de hidrógeno e iones OH).

2.3.4 Elementos ópticos que conforman un sistema de comunicación por fibras ópticas.

Los elementos que contiene cualquier sistema de comunicaciones por fibras ópticas son: fuentes ópticas, fibras ópticas, empalmes, conectores y detectores ópticos. En la figura 2.11 se muestran los elementos básicos de todo empalme punto a punto por fibra óptica.

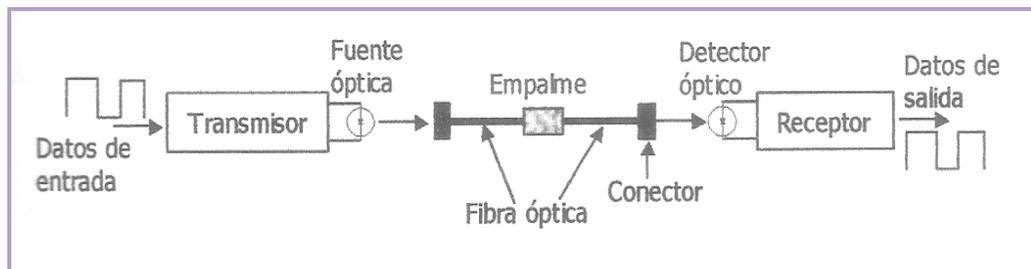


Figura 2.11: Enlace punto a punto por fibras ópticas
Fuente: Patiño, M. "Diseño de una red de fibra óptica para la transmisión de voz"

En algunos enlaces punto a punto o enlaces de muchos puntos, también se puede emplear multiplexores y demultiplexores de longitud de onda y acopladores ópticos direccionales, estos últimos pueden ser activos o pasivos.

2.3.5 Transmisión de luz en una fibra.

Las fibras ópticas involucran la transmisión de información mediante luz a lo largo de fibras transparentes hechas de vidrio o plástico.

Una fuente de luz modula un diodo emisor de luz (LED) o un láser, que se enciende, apaga o varía su intensidad, de tal manera que representa la señal eléctrica de entrada que contiene la información. La luz modulada se acopla a una fibra óptica a través de la cual se propaga luz. Un detector óptico en el lado opuesto de la fibra recibe la señal modulada y la convierte en una señal eléctrica idéntica a la señal de entrada.

2.3.6 Tipos de fibras ópticas.

2.3.6.1 Fibras Multimodo.

Este es el más antiguo de todos los tipos de fibra óptica desarrollados. En él, la luz viaja por un núcleo ancho, donde varios haces de luz pueden viajar en su interior en paralelo. Cada haz de luz se conoce con el nombre de modo, y de ahí el nombre de esta familia de fibras ópticas. Esta fibra es sencilla de producir y por lo tanto económica. Como su núcleo es ancho, no se necesita tanta precisión por parte de los transductores de luz a serles acoplados.

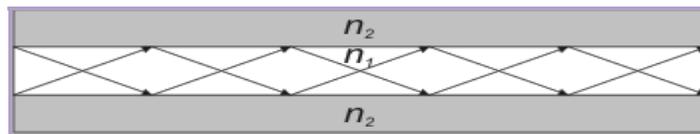


Figura 2.12: Fibra multimodo.

Fuente: <http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica>.

Una fibra multimodo puede propagar más de un camino de luz. Este tipo de fibra se clasifica en:

- **Fibras ópticas de plástico.** Se emplean sistemas de muy corta distancia, normalmente 200 m. La principal razón de su uso es para evitar las altas interferencias que harían inviable el empleo de cobre. Son de índice escalonado y de núcleo muy ancho (normalmente $100\mu\text{m}$ / $140\mu\text{m}$).
- **Fibras ópticas de vidrio.** Por ser de vidrio pueden lograr mayores velocidades y distancias que las de plástico. Pueden ser de índice escalonado o de índice gradual.

- **Fibras de índice escalonado.** Las fibras de índice escalonado se caracterizan por el índice de refracción varía abruptamente cuando pasa del núcleo al revestimiento. El resultado es que los modos viajan en forma de zigzag por el interior del núcleo, y eso es perjudicial para grandes distancias y/o grandes velocidades. Su núcleo es de tamaño ($50\mu\text{m}/125\mu\text{m}$).

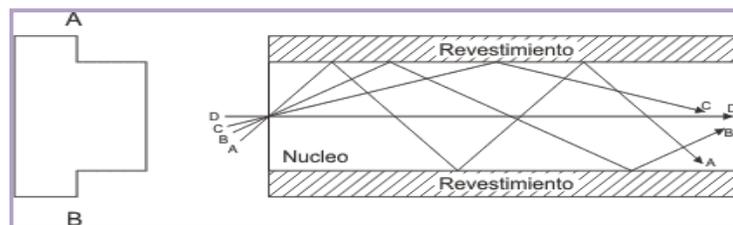


Figura 2.13: Fibra de índice escalonado.

Fuente: <http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica>.

- **Fibras de índice gradual.** En estas fibras el índice de refracción varía gradualmente cuando se pasa del núcleo al revestimiento. El resultado es que los modos se propagan de forma sinusoidal por el interior del núcleo. Esto es beneficioso hasta cierto punto para largas distancias y grandes velocidades. Su núcleo es mediano – grande ($62,5\mu\text{m}/125\mu\text{m}$ típico; estas son las fibras ópticas más empleadas en planta interna).

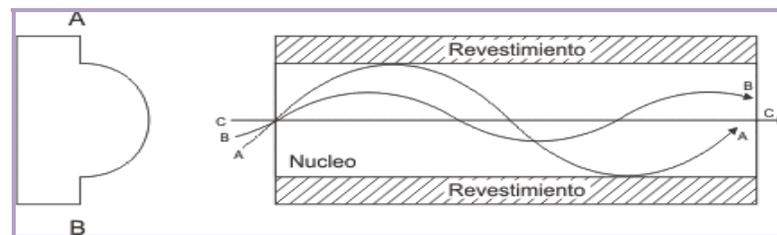


Figura 2.14: Fibra de índice gradual.

Fuente: <http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica>.

2.3.6.2 Fibras Monomodo.

Este tipo de fibra es de reciente aparición y requiere de optoelectrónica mas precisa, porque en ella se ha reducido el núcleo a un tamaño muy pequeño (normalmente a $8,3\mu\text{m}/125\mu\text{m}$). Gracias a la reducción del tamaño del núcleo se logra la transmisión de un único modo por su interior, y de ahí su nombre. El transmitir un único modo por el núcleo es beneficioso porque ello minimiza la interferencia natural entre ellas que afectaría negativamente la transmisión de información. Ese defecto se encuentra en todas las fibras multimodo y se llama “dispersión”. Su baja dispersión, aunado a la excelente calidad de los materiales empleados en su fabricación permite que la fibra óptica monomodo se emplee para grandes distancias y grandes velocidades. Es el tipo de fibra óptica adoptada por empresas de telecomunicaciones.

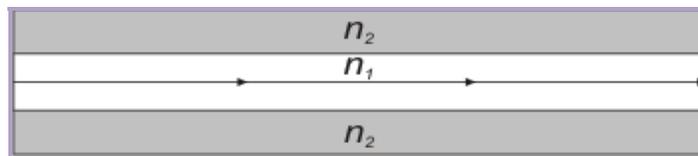


Figura 2.15: Fibra monomodo.

Fuente: <http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica>.

2.3.7 Ancho de banda de la fibra.

El ancho de banda de la fibra óptica es una medida de su capacidad de transmisión de información, está limitado por la dispersión total de la fibra (ensanchamiento del pulso). La dispersión total se puede dividir en dos categorías: dispersión cromática y dispersión modal (también llamada dispersión multimodo). La dispersión cromática puede ser posteriormente subdividida en dispersión guía onda y dispersión material.

El ancho de banda total asociado a una fibra:

$$B = \frac{0.187}{\sigma} \quad (\text{Ec. 2.6})$$

Donde:

B: Ancho de banda total

σ : Dispersión temporal total

La dispersión total está dada por:

$$\sigma^2 = \sigma_m^2 + (\sigma_e + \sigma_g) \quad (\text{Ec. 2.7})$$

Donde:

σ_m : Dispersión modal

σ_g : Dispersión guía – onda

σ_e : Dispersión material

$(\sigma_e + \sigma_g)$: Dispersión cromática

- **Ancho de banda para fibras multimodo.** Está determinado básicamente por la dispersión modal, aunque la dispersión material, generalmente no despreciable, puede jugar un papel importante en los sistemas con LED, debido a la elevada anchura espectral de estos conversores electro-ópticos. La expresión general del ancho de banda es:

$$B = \frac{0.187}{\sqrt{\sigma_m^2 + (\sigma_e + \sigma_g)^2}} [\text{GHz.Km}] \quad (\text{Ec. 2.8})$$

- **Ancho de banda para fibras monomodo.** Las fibras monomodo mejoran en cuanto a las pérdidas y a su ancho de banda, esto es posible debido a que estas fibras no causan el efecto de la dispersión modal. La expresión general del ancho de banda es:

$$B = \frac{0.187}{\sigma_e + \sigma_g} [GHz.Km] \quad (\text{Ec. 2.9})$$

2.3.8 Parámetros de la fibra óptica.

2.3.8.1 Parámetros estáticos.

Son constantes a lo largo de la fibra, dentro de las tolerancias propias de la fabricación, y se refieren a las características ópticas y geométricas. Entre las características ópticas de las fibras se encuentran:

- **Perfil de índice de refracción.** Define la ley de variación del mismo en sentido radial, y siendo la velocidad de la luz en cada punto función de dicho índice, dará lugar a diversas velocidades en diferentes puntos.
- **Apertura numérica.** Determinante en la cantidad de luz que puede aceptar una fibra, y en consecuencia, de la energía que puede transportar, no necesariamente ligada a la calidad de la información correspondiente.
- **Diámetros y excentricidades.** Son función de la tecnología usada en la fabricación de las fibras, y las tolerancias correspondientes serán una consecuencia de la misma.

2.3.8.2 Parámetros dinámicos.

Son características que afectan la propagación de la señal. Entre esas características están:

- **Atenuación.** La atenuación depende de la longitud de onda de la luz portadora de la misma. Los mecanismos que provocan esta atenuación tienen su origen en causas intrínsecas a la fibra o en factores externos, tales como: procesos de fabricación y el tendido. La atenuación (P), se define como la relación entre las potencias luminosas a la salida y a la entrada (P_R y P_T respectivamente), expresada en decibelios y calculada para determinada longitud de onda:

$$P(\lambda)(dB) = 10 \log \frac{P_T}{P_R} \quad (\text{Ec. 2.10})$$

- **Dispersión temporal.** Causada por las características dispersivas de la fibra sobre la señal en el transcurso del tiempo, lo que provoca ensanchamiento en el tiempo de los pulsos a medida que progresan en su recorrido y en consecuencia, deformación de los mismos, acarreando errores que limitan la velocidad de información que puede transportar la fibra.

2.3.9 Pérdidas de potencia óptica (Atenuación).

Las pérdidas de potencia óptica dependen de la longitud de onda de la luz y del material por el que se propaga se usa frecuentemente para

transmisiones de larga distancia. Las pérdidas de luz de una fibra óptica están causadas por varios factores y se pueden clasificar en pérdidas intrínsecas y extrínsecas.

2.3.9.1 Pérdidas extrínsecas.

- **Pérdidas por curvatura.** Ocurren en todas las curvas de una fibra óptica debido al cambio de ángulo de incidencia en la frontera núcleo – revestimiento. Si el radio de curvatura es mayor que el radio mínimo de la fibra, estas pérdidas son despreciables y, por lo tanto, ignoradas.
- **Pérdidas por conexión y empalme.** Las pérdidas por conexión están frecuentemente en el rango de 0.3 dB y 1.5 dB y dependen del tipo de conector usado; algunas veces están asociadas básicamente a la suciedad o a los contaminantes en el conector, desadaptación del índice de refracción, instalación incorrecta del conector, entre otros. Las pérdidas por empalme ocurren en todos los empalmes: los empalmes mecánicos tienen generalmente las mayores pérdidas, a menudo en el rango de 0.2 dB y 1.0dB y los empalmes por fusión tienen pérdidas mas bajas, generalmente menores de 0.2 dB. Estas pérdidas por empalme se atribuyen frecuentemente a la contaminación, deslizamientos de los núcleos de las fibras, desadaptación del diámetro del núcleo, burbujas de aire, entre otros.

2.3.9.2 Pérdidas intrínsecas.

- **Pérdidas inherentes a la fibra.** Las pérdidas de la luz de una fibra que no se pueden eliminar durante el proceso de fabricación se deben alas impurezas en el vidrio y a la absorción de la luz a nivel molecular, esta

absorción se debe principalmente a los contaminantes en el vidrio, tales como las moléculas de agua (OH^-).

- **Pérdidas que resultan de la fabricación de la fibra.** Las irregularidades durante el proceso de fabricación pueden dar lugar a pérdidas de rayos luminosos. Se debe mantener la tolerancia en la precisión durante todo el proceso de fabricación de la fibra para minimizar las pérdidas.
- **Reflexión de fresnel.** Ocurre en cualquier frontera de un medio donde cambie el índice de refracción, causando que una parte de los rayos incidentes se reflejen al primer plano.

2.3.10 Ventanas de operación de la fibra óptica.

Las ventanas de operación indican la longitud de onda central de la fuente luminosa que se utiliza para transmitir la información a lo largo de la fibra. La utilización de una ventana u otra determina parámetros tan importantes como la atenuación que sufrirá la señal transmitida por kilómetro. Los primeros sistemas de fibras ópticas operaban con una región de longitud de onda muy corta, llamada 1era ventana (de 800 a 900 nm) o longitud de onda corta debido a las fuentes y detectores usados. Las fuentes y detectores de luz actuales, permiten operar en la 2da ventana (de 1200 a 1340 nm) y 3ra ventana (de 1500 a 1600 nm), llamadas longitud de onda larga. Esta tercera ventana es usada únicamente por las fibras ópticas de tipo monomodo. La atenuación que sufre la señal es menor si se trabaja en la 3ra ventana, y mayor si se trabaja en la 1era ventana.

La transmisión de información a través de fibras ópticas se realiza mediante la modulación (variación) de un haz de luz invisible al ojo humano, que en el espectro ("color" de la luz) se sitúa por debajo del infra-rojo. En la figura 2.16

se ilustran las ventanas de operación de las fibras ópticas con su respectivo rango de frecuencias.

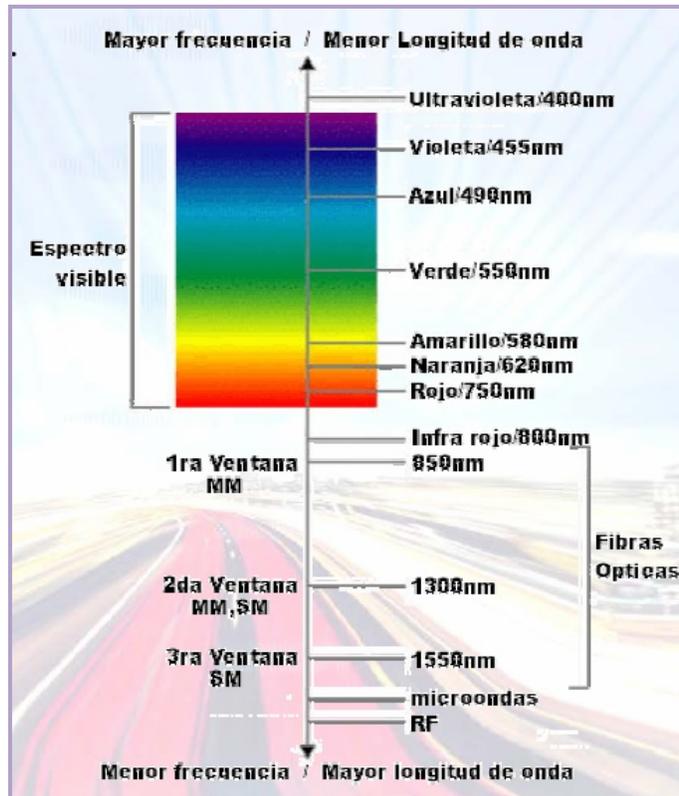


Figura 2.16: Ventanas de operación de la fibra óptica.

Fuente: López, O. "Conceptos básicos de fibra óptica". Grupo Fracarro – Manual CANTV.

2.3.11 Cable óptico

2.3.11.1 Tipos más importantes de cables ópticos:

- **Cable de estructura holgada.** Consta de varios tubos de fibras rodeando un miembro central de refuerzo y rodeado de una cubierta protectora. Cada tubo, de 2 a 3 milímetros de diámetro, llevan varias fibras ópticas que descansan holgadamente en él. Los tubos pueden ser

huecos o estar rellenos de un gel resistente al agua. El tubo holgado aísla la fibra de las fuerzas mecánicas exteriores que se ejercen sobre el cable. Los cables de estructura holgada se usan en la mayoría de las instalaciones exteriores, incluyendo aplicaciones aéreas, en tubos o conductos y en instalaciones directamente enterradas. No es muy adecuado para instalaciones en recorridos muy verticales.

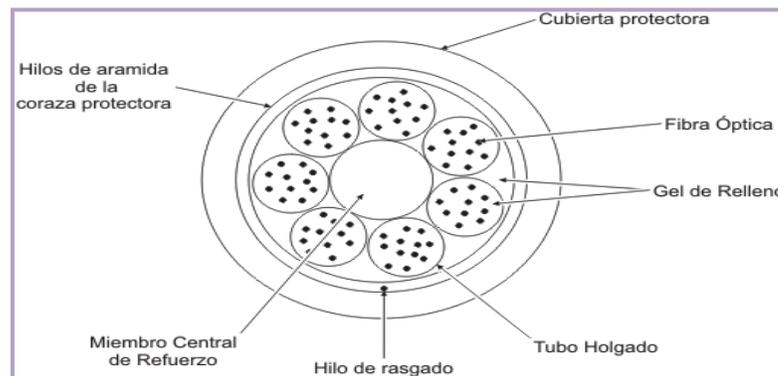


Figura 2.17: Cable de estructura holgada.
Fuente: <http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica>.

- **Cable de estructura ajustada.** Contiene varias fibras con protección secundaria que rodea un miembro central de tracción y todo ello cubierto de una protección exterior. La protección secundaria de la fibra consiste en una cubierta plástica de 900 μm de diámetro que rodea al recubrimiento de 250 μm de la fibra óptica.

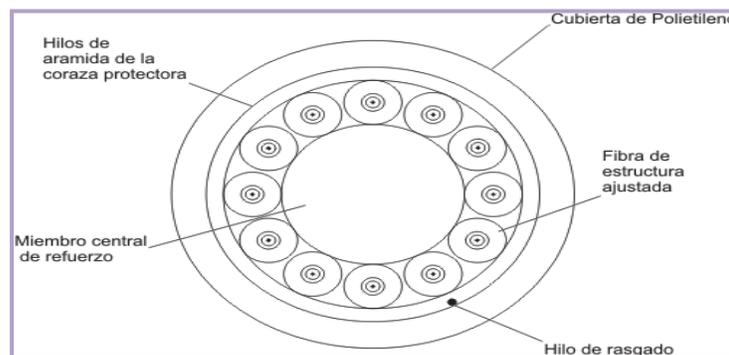


Figura 2.18: Cable de estructura ajustada.

Fuente: <http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica>

El cable de estructura ajustada es más flexible y tiene un radio de curvatura más pequeño que el que tienen los cables de estructura holgada. Se usa en instalaciones interiores y tendidos verticales muy elevados. Es de diámetro mayor y generalmente más caro que un cable similar de estructura holgada.

- **Cable blindado o con armadura.** Tienen una coraza protectora o armadura de acero debajo de la cubierta de polietileno, la cual proporciona al cable una resistencia excelente al aplastamiento y propiedades de protección frente a roedores. Se usa en aplicaciones de enterramiento directo o para instalaciones en entornos de industrias pesadas. Este cable se encuentra disponible en estructura holgada y en estructura ajustada. También se puede encontrar disponible con recubrimiento protector de doble coraza para añadir protección en entornos agresivos. (Ver figura 2.19).

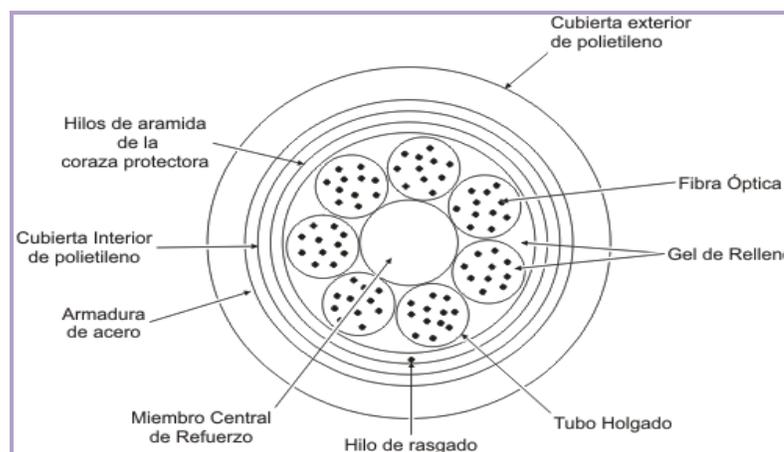


Figura 2.19: Cable blindado o con armadura.

Fuente: <http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica>

- **Cable de matriz de cinta.** Es un cable de estructura holgada en nido de abeja (alveolares), en la que las fibras se disponen individualmente sobre bandejas de perfil semihexagonal, superponiéndolas después y uniéndolas por soldadura térmica. La unión básica así formada es de recubrimiento secundario holgado, y queda inmersa en una protección antihumedad y amortiguadora, envuelta en cinta de protección de polietileno.

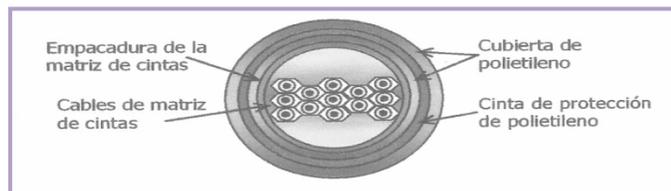


Figura 2.20: Cable Matriz de cinta.

Fuente. Patiño, M. "Diseño de una red de fibra óptica para la transmisión de voz y datos entre las oficinas comerciales ubicadas en la ciudad de Cumaná y la sede principal de una empresa de electricidad, zona Sucre – Cumaná".

- **Cable de figura en 8.** Es un cable de estructura holgada con un cable de fiador adosado. Se utiliza en las instalaciones aéreas. El fiador se encuentra disponible en acero para alta tracción, o en un material completamente dieléctrico (ver figura 2.21).

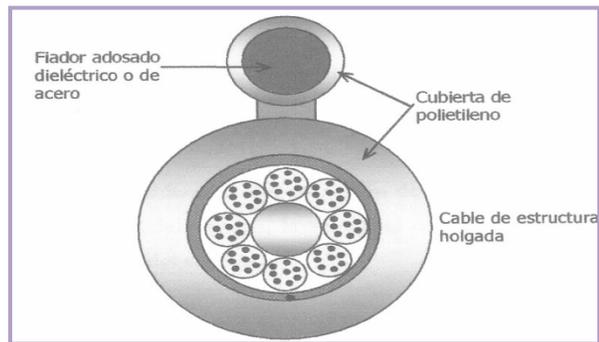


Figura 2.21: Cable de figura en 8.

Fuente. Patiño, M. "Diseño de una red de fibra óptica para la transmisión de voz y datos entre las oficinas comerciales ubicadas en la ciudad de Cumaná y la sede principal de una empresa de electricidad, zona Sucre – Cumaná"

2.3.11.2 Composición del cable óptico.

Los cables de fibra óptica se fabrican con varios materiales para adecuarse al entorno de la instalación. Los cables de exteriores deben ser fuertes, a prueba de intemperie; resistentes a los rayos ultravioleta (UV) y a las variaciones máximas de temperatura que se pueden presentar durante el proceso de instalación y a lo largo de su vida. Los cables interiores deben ser fuertes y flexibles, con el grado de resistencia al fuego o emisión de humos. Los componentes son: Polietileno (PE), Cloruro de polivinilo (PVC), Poliuretano, Hidrocarburos Polifluorados (Fluoropolímeros), Cabos de aramida (Kevlar), Coraza de acero, Hilo de rasgado, Miembro central, Relleno intersticial.

2.3.11.3 Pérdidas en los cables ópticos.

Las pérdidas en la fibra resultan en una reducción de la potencia de luz, por lo tanto, reducen el ancho de banda del sistema, la velocidad de transmisión de la información, eficiencia y capacidad total del sistema.

- **Pérdidas por absorción.** Es causada por impurezas en la fibra, las cuales absorben la luz y la convierten en calor. La absorción ultravioleta que es provocada por electrones de valencia en el material de silicio del cual se fabrican las fibras. La luz ioniza a los electrones de valencia en conducción. La ionización es equivalente a la pérdida total del campo de luz, y en consecuencia, contribuye a las pérdidas de transmisión de las fibras. También está la absorción infrarroja que es un resultado de fotones de luz que son absorbidos por los átomos de las moléculas en el núcleo del vidrio. Los fotones absorbidos se convierten en vibraciones mecánicas aleatorias típicas de calentamiento por último y la absorción de resonancia de ion que es causada por iones OH^- en el material. La fuente de los iones OH^- son las moléculas de agua que han sido atrapadas en el vidrio, durante el proceso de fabricación. La absorción del ion también será causada por moléculas de hierro, cobre y cromo.
- **Pérdidas por dispersión Rayleigh.** Se produce cuando la luz encuentra en su camino partículas extrañas al medio continuo, cuyo diámetro es menor que la longitud de onda de la señal. La difracción causa que la luz disperse o se refracte en muchas direcciones, una parte de la luz difractada continúa por la fibra y parte de esta se escapa por la cubierta.
- **Dispersión cromática o de longitud de onda.** Ocurre porque el índice de refracción de una fibra varía con la longitud de onda de la luz en la fibra. Debido a que la fuente de luz está compuesta de un espectro de más de una longitud de onda, los rayos de luz emitidos simultáneamente, se propagan por la fibra a diferentes velocidades y llegan en tiempos distintos al otro extremo de la fibra, dando como resultado una señal distorsionada. La dispersión cromática se puede

eliminar usando una fuente monocromática tal como el diodo de inyección láser (ILD).

- **Dispersión por radiación.** Son causadas por pequeños dobleces e irregularidades en la fibra. Básicamente, hay dos tipos de dobleces: microdobleces y dobleces de radio constante. El microdoblamiento ocurre como resultado de las diferencias en las relaciones de la contaminación térmica entre el núcleo y el material de la cubierta. Un micro doblez representa una discontinuidad en la fibra, en donde la dispersión de Rayleigh puede ocurrir. Los dobleces de radio constante ocurren cuando las fibras se doblan durante su manejo e instalación.
- **Dispersión modal.** Afecta solo a la fibra multimodo y es causada por diferentes caminos o modos que sigue un rayo de luz en la fibra, dando como resultado que los rayos recorran distancias diferentes y lleguen al otro extremo de la fibra en tiempos diferentes. Un pulso transmitido se ensanchará debido a este efecto y reducirá en consecuencia la máxima velocidad de transmisión efectiva de datos. La dispersión modal mas alta la presenta la fibra multimodo de índice de escalón; debido al perfil no uniforme del índice de refracción de una fibra de índice gradual, la dispersión modal decrece en estas.

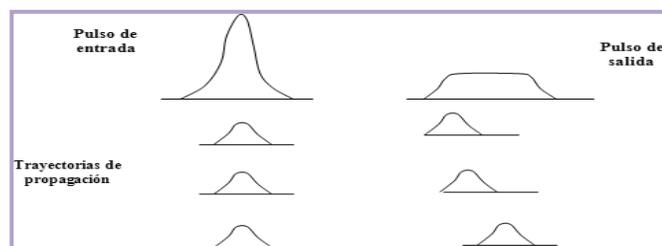


Figura 2.22: Pulsos en dispersión modal.

Fuente: <http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica>.

- **Pérdidas por acoplamiento.** Pueden ocurrir en cualquiera de los tres tipos de uniones ópticas: conexiones de fuente a fibra, conexiones de fibra a fibra y conexiones de fibra a fotodetector. Las pérdidas de unión son causadas con frecuencia por uno de los siguientes problemas de alineación: mala alineación lateral, mala alineación de separación, mala alineación angular y acabados de superficie imperfectos.

2.3.11.4 Empalmes ópticos.

Es la técnica que se utiliza para unir permanentemente dos fibras ópticas en una conexión de bajas pérdidas. Las uniones de fibras a través de empalmes se pueden realizar fibra a fibra, es decir, empalme simple o; por medio de empalmes múltiples, los cuales resultan una solución mas práctica en caso de cables de gran número de conductores. Aún así, en cualquiera de los casos las soluciones pueden ser:

- **Empalme por fusión.** Esta técnica utiliza un dispositivo denominado empalmadora de fusión, el cual alinea con precisión las dos fibras, generando un pequeño arco eléctrico para soldar las dos fibras. Una buena empalmadora de fusión proporcionará empalmes consistentes, con bajas pérdidas, generalmente de 0.1 dB para fibras monomodo y multimodo.
- **Empalme mecánico.** Es una técnica alternativa de empalmado que no requiere una empalmadora de fusión. Utiliza un pequeño conector de fibra, aproximadamente de 6cm de largo y de 1cm de diámetro que alinea dos fibras desnudas de manera precisa y las asegura mecánicamente. También se pueden empalmar con gel.

- **Empalme con pegamento.** Son conexiones a través de pegamentos rápidos (resina epóxica), que presentan como inconveniente la degradación de este pegamento con el tiempo.

2.3.11.5 Pérdidas por empalmes ópticos.

Los empalmes ópticos en las fibras ópticas originan dos tipos de pérdidas, las cuales se deben a factores externos y factores intrínsecos. Las pérdidas causadas por factores externos están relacionadas con el método utilizado para la unión:

- Separación longitudinal de los extremos a unir, provocando una variación en el índice de refracción del medio para la luz incidente.
- Desplazamiento transversal de los extremos de la fibra, lo que equivale a una disminución de una sección útil del núcleo.
- Cambio en el índice de refracción, provocando reflexión de señales por desplazamientos de los índices.
- Irregularidades en los extremos de la fibra.
- Desplazamiento angular de los ejes de las fibras enfrentadas, modificando el ángulo de incidencia del haz de luz en la segunda sección de la fibra, lo que se traducirá en energía perdida.

2.3.11.6 Conectores ópticos.

Un conector es un dispositivo que une dos fibras ópticas de manera removible y con bajas pérdidas ópticas de conexión. El conector se compone de un casquillo o férula, un cuerpo una cápsula o corona y un manguito descargador de tensión. El casquillo, fabricado en cerámica acero o plástico, es la porción central del conector que contiene la fibra óptica. La cápsula y el

cuerpo pueden ser de acero o de plástico. Para hacer una conexión, la cápsula se puede atornillar, cerrar girando o ajustar con un muelle. El manguito descargador de tensión libera de tensiones a la fibra óptica. Los tipos de conectores mas habituales que se utilizan para terminar una fibra óptica son:

- **ST.** Un buen conector, popular para conexiones de fibra monomodo y multimodo, con unas pérdidas en promedio que rondan a 0.5 dB. Tiene una conexión con cierre en giro que no pierde en ambientes con vibraciones. Es un conector estándar para la mayoría del equipamiento RAL de fibras ópticas.



Figura 2.23: conector ST

Fuente: http://nemesis.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2_1_1.htm

- **FC.** Un buen conector, popular para la fibra monomodo. También conocido como FC – PC. Tiene bajas pérdidas, con un promedio aproximado de 0.4 dB. Es común en la industria de CATV.



Figura 2.24: conector FC.

Fuente: http://nemesis.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2_1_1.htm

- **Bicónico.** Se utilizó para fibras multimodo, aunque ahora está anticuado. Tiene una repetitividad pobre, es susceptible a las vibraciones y tiene altas pérdidas (sobre 1dB).



Figura 2.25: Conector bicónico.

Fuente: http://nemesis.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2_1_1.htm

- **SMA.** Es un viejo equipo que todavía se usa en algunas situaciones. Tiene altas pérdidas, aproximadamente 0,9 dB.

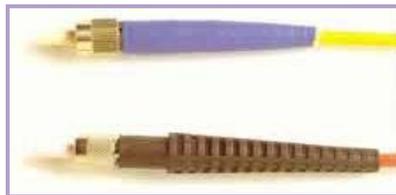


Figura 2.26: Conector SMA.

Fuente: http://nemesis.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2_1_1.htm

- **D4.** Se usa principalmente para fibras monomodo.



Figura 2.27: Conector D4.

Fuente: http://nemesis.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2_1_1.htm.

- **SC.** Es un conector modular, de alta densidad. Tiene bajas pérdidas (por debajo de 0.5 dB) y es bastante común en instalaciones monomodo, además es recomendado por la norma de cableado estructurado por su calidad de transmisión.

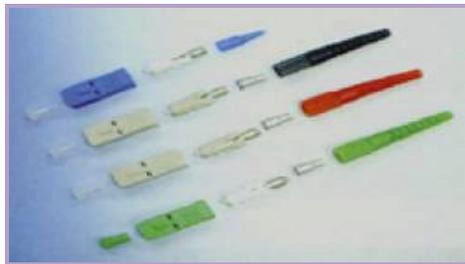


Figura 2.28: conector SC.

Fuente: http://nemesis.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2_1_1.htm.

- **FDDI.** Es el conector estándar de la fibra óptica para FDDI. Es del tipo duplex con llave, conectando dos fibras a la vez.



Figura 2.29: Conector FDDI.

Fuente: http://nemesis.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2_1_1.htm.

- **Fibra desnuda.** Este se utiliza para conectar una fibra inacabada cuando se desea una conexión temporal para probar fibras desnudas. Puede requerir un líquido adaptador de índice para conseguir una conexión de baja resistencia.

2.3.12 Generadores de luz.

Existen dos tipos de generadores de luz para equipos ópticos en transmisiones por fibras ópticas: los diodos emisores de luz (LED) y los láseres.

- **Diodos emisores de luz (LED).** Un diodo LED es un dispositivo semiconductor, formado por una unión con polarización directa, que genera luz por emisión espontánea al recombinarse los electrones y huecos inyectados en la zona de deflexión. Los LED son especialmente adecuados para comunicaciones de corta distancia en primera ventana, velocidades no superiores a los 100 – 200 Mbps y en conjunción con fibras multimodo.
- **Diodos de inyección de láser.** Los diodos láser constituyen el segundo gran grupo de fuentes de semiconductor empleadas en comunicaciones ópticas. Estos dispositivos funcionan como osciladores ópticos, donde el mecanismo de amplificación es debido a la emisión estimulada y la realimentación viene determinada por la propia estructura del dispositivo. Son en consecuencia, fuentes emisoras de luz coherentes.

2.3.13 Detección óptica.

El fotodetector es elemento que recibe la señal de la fibra óptica y la convierte de nuevo en señal eléctrica. Los tipos mas comunes de

fotodetectores son los fotodiodos tipo P – zona intrínseca N (PIN) y los fotodiodos de avalancha (ADP). Los fotodiodos PIN son económicos, pero requieren un elevado nivel de potencia de señal óptica para generar una señal eléctrica. Se utilizan más comúnmente en aplicaciones de comunicaciones de corta distancia. Los fotodiodos APD son más sensibles a los niveles de luz óptica más bajos y pueden ser utilizados en transmisiones de más larga distancia. Son más caros que los fotodiodos PIN y son sensibles a las variaciones de temperatura. Ambos fotodiodos pueden operar de forma similar, en regímenes altos de transición de datos.

2.4 Topología de redes.

Las redes de fibra óptica deberían ser configuradas para dotar al sistema de la suficiente flexibilidad y versatilidad que permita obtener todos los beneficios de la fibra óptica. Esta configuración está basada en topologías que describen la distribución física que presenta la red, su estructuración y la configuración que adopta para las estaciones de trabajo, para lograr una conexión entre si.

2.4.1 Topologías lógicas.

La topología o forma lógica de una red se define como la forma de tener el cable a estaciones de trabajo individuales; por muros, suelos y techos del edificio. Existe un número de factores a considerar para determinar cual topología es la más apropiada para una situación dada. Dentro de las cuales tenemos:

- **Topología punto a punto.** Este tipo de topología enlaza directamente dos dispositivos entre si, como se observa en la figura 2.30. Los

dispositivos conectados utilizan protocolos de comunicación, tales como RS232, RS422, V35, T1, T3, entre otros. Las aplicaciones incluyen conexiones a computadoras con módem, enlaces de multiplexado, enlaces de radios bidireccionales y enlaces vía satélite.

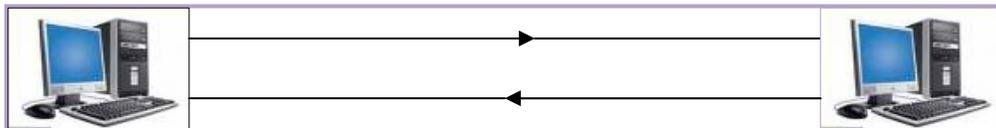


Figura 2.30: Topología punto a punto.
Fuente: Propia.

- **Topología en anillo.** Las estaciones están unidas con otras formando un círculo por medio de un cable común, como se muestra en la figura 2.31. El último nodo de la cadena se conecta al primero cerrando el anillo. Las señales circulan en un solo sentido alrededor del círculo, regenerándose en cada nodo. Con esta metodología, cada nodo examina la información que es enviada a través del anillo. Si la información no está dirigida al nodo que la examina, la pasa al siguiente en el anillo. La desventaja del anillo es que si se rompe una conexión, cae la red completa.

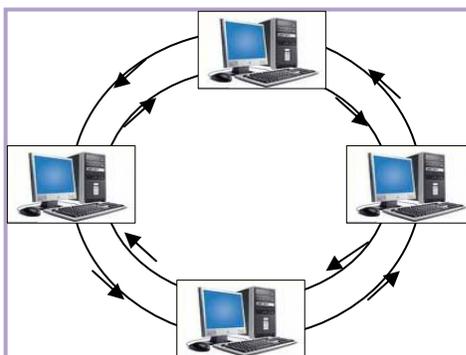


Figura 2.31: Topología en anillo.
Fuente: Propia.

- **Topología en estrella.** La red reúne un único punto, normalmente con un panel de control centralizado, como un concentrador de cableado, ver figura 2.32. Los bloques de información son dirigidos a través del panel central hacia sus destinos. Este esquema tiene una ventaja al tener un panel de control que monitorea el tráfico y evita las colisiones, además que cuando se producen conexiones interrumpidas no afecta al resto de la red.

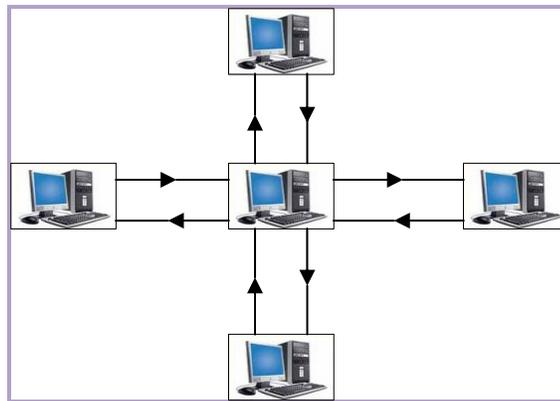


Figura 2.32: Topología en estrella.
Fuente: Propia.

- **Topología común o “Bus”.** Las estaciones están conectadas por un único segmento de cable, como se muestra en la figura 2.33. A diferencia del anillo, el bus es pasivo, no se produce regeneración de señales en cada nodo. Los nodos en una red de “bus” transmiten la información y esperan que esta no vaya a chocar con otra información transmitida por otro de los nodos. Si esto ocurre, cada nodo espera una pequeña cantidad de tiempo al azar, después intenta retransmitir la información.

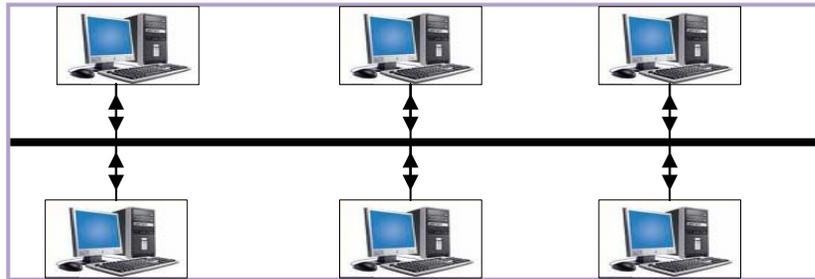


Figura 2.33: Topología común o “bus”.
Fuente: Propia.

2.5 DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) SDH y PDH

Es una tecnología que permite la multicanalización desde 16 hasta cientos de longitudes de ondas en el rango de 1430 nm – 1610 nm (Bandas: S, C, L de infrarrojo). En la actualidad estos sistemas pueden soportar más de 320 longitudes de ondas en un par de fibra óptica, equivalente a 320 canales de alta velocidad ($320 \times 10 \text{ Gbps} = 3.200 \text{ Gbps}$).

En esta tecnología son factores importantes a considerar el tipo de fibra óptica y las distancias a alcanzar. Con DWDM se pueden alcanzar distancias de 90 Km para señales STM-64 (sin regeneración, ni amplificación, la limitación la establece la Dispersión Cromática Modo Polarización PMD). Para señales STM-16, la distancia puede alcanzar hasta 600 Km sin regeneración, utilizando Amplificadores Ópticos, espaciados cada 120 Km.

La tecnología WDM es una respuesta actual y de gran utilidad en cuanto al aprovechamiento de las redes ópticas porque con el pasar del tiempo el servicio se transforma rápidamente y demanda mayores anchos de banda.

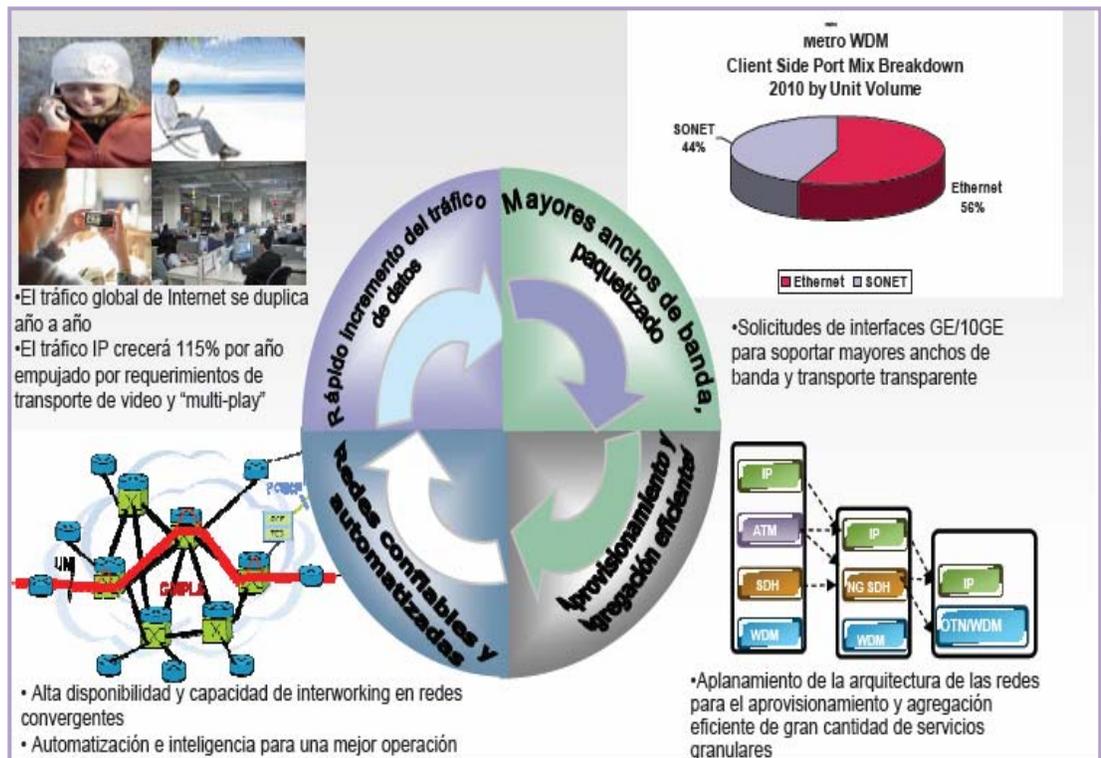


Figura 2.34: Transformación del servicio en Venezuela

Fuente: Evolución de redes de transporte como palanca para un proyecto país (Archivo de la empresa CANTV).

Es interesante hacer un breve recordatorio de la historia de las tecnologías de redes transmisión. Tras evolucionar de las comunicaciones analógicas a las digitales, y de PDH a SDH, el objetivo está ahora en pasar de SDH a WDM.

Para que esta revolución tenga lugar, es necesario mejorar las infraestructuras que soportarán servicios multimedia de diversa índole. Así, el éxito de esta revolución global sin precedentes, depende en gran medida de la instalación de redes de gran capacidad bajo coste, siendo la fibra óptica el medio elegido para los sistemas de telecomunicación.

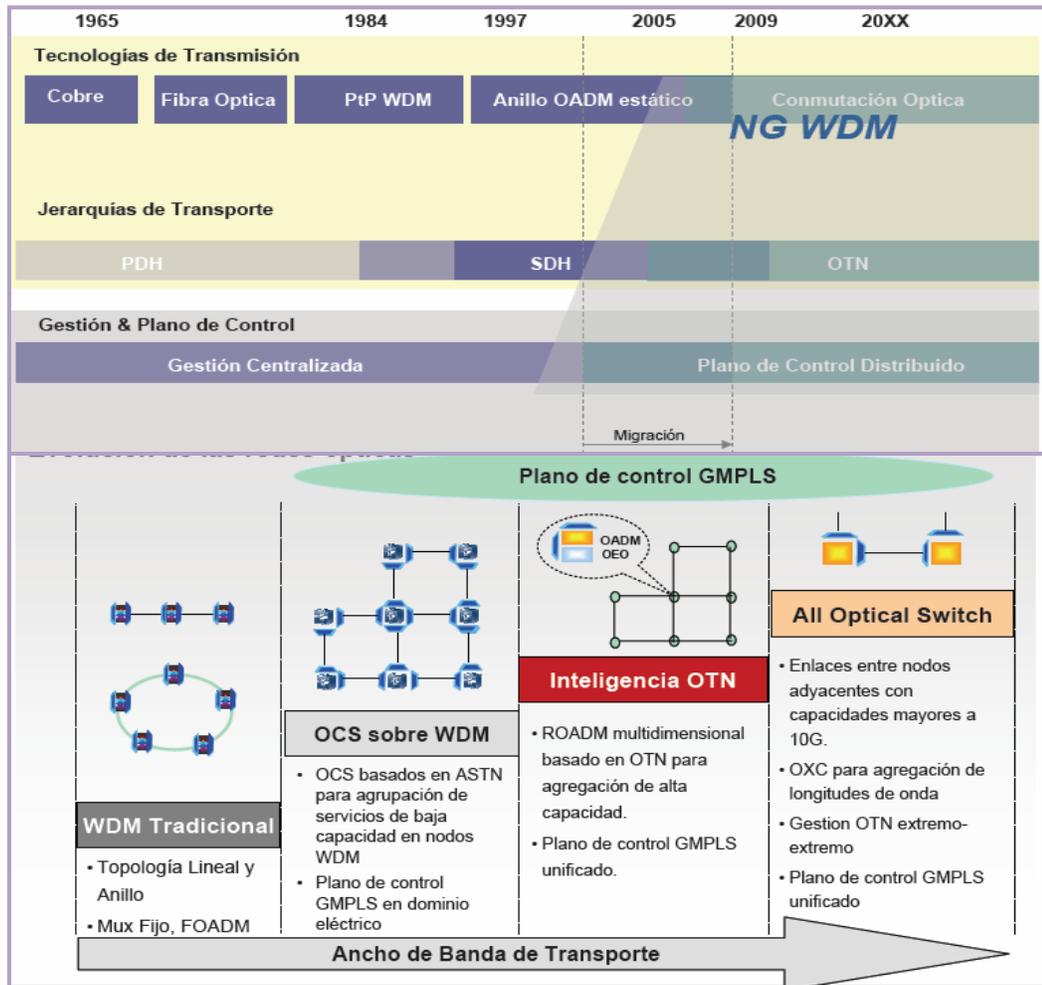


Figura 2.35: Evolución de las redes ópticas.
Fuente: Archivos de la empresa.

2.6 Plataforma tecnológica de transporte de la red de CANTV.

La red CANTV ofrece todo tipo de servicios y en consecuencia cuenta con muchos tipos de sistemas de transmisión para los diferentes servicios que soportan. La estructura de anillos es jerárquica, existen anillos a nivel urbano y a nivel interurbano.

Las fibras ópticas integrantes de esos anillos están conectadas a los sistemas de transmisión de telefonía (VOZ) o a los sistemas de información (DATOS). Los sistemas urbanos normalmente están basados en PDH, que responde a la mezcla de cobre y fibra, mientras que los sistemas interurbanos corresponden a redes SDH fundamentalmente a base de fibra óptica.

Tabla 2.1: Comparación de las tecnologías PDH y SDH.
Fuente: Manual UCAB "Seminario de fibra óptica".

TECH	VELOCIDAD (Mbps)			
	BÁSICA	1er NIVEL	2do NIVEL	3er NIVEL
PDH	2	8	34	140
SDH	155	622	2.5Gps	10Gps

La tecnología PDH es más antigua, y por ende su limitación en velocidad. Vale destacar que SDH es la base de ATM, lo que ha permitido implantar esta tecnología con facilidad en la medida que toda la plataforma se unificó sobre esta técnica de transmisión. CANTV emplea estas tecnologías combinadas, poniendo a ambas para el transporte de voz y SDH para el transporte de datos.

2.6.1 Red troncal CANTV.

En la actualidad existen básicamente dos tipos de cables de fibra óptica instalados en la red: Fibra Monomodo Normal (ITU G.652) y Fibra Dispersión Desplazada (ITU G.653). Adicionalmente, el método de instalación de estos tipos de cables puede variar según sea canalizada (áreas urbanas), enterrada (interurbana) y submarina (cable costero).

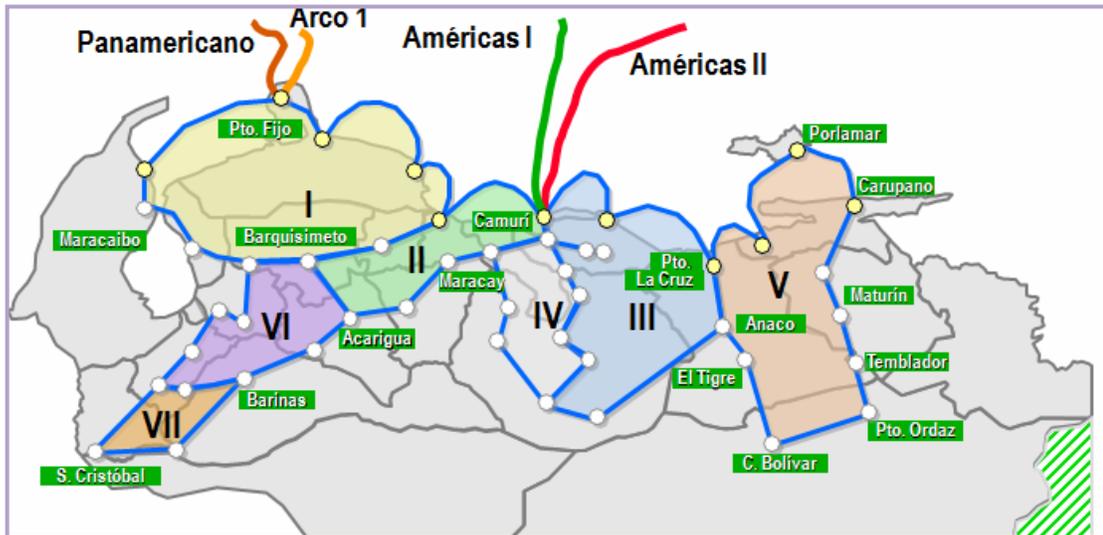


Figura 2.36: Red interurbana de fibra óptica en Venezuela.
Fuente: Manual CANTV. “Red Interurbana de Fibra Óptica” (2003).

2.6.2 Red SDH (Synchronous Digital Hierarchy)

Las redes SDH de Cantv, son redes de transporte óptico que se han desplegado a nivel urbano e interurbano. Estas redes se han diseñado con dos tipos de configuraciones: 1) Anillos unidireccionales auto soportados, sobre dos fibras, con capacidades entre 155 y 622 Mbps, para aplicaciones de acceso y 2) Anillos bidireccionales auto soportados, sobre dos (2) o cuatro (4) fibras, con capacidades entre 622 y 2500 Mbps, para interconexión urbana e interurbana.

- **Red SDH Interurbana.** La Red SDH Interurbana consta de anillos SDH regionales que cubren las regiones Occidental, Los Andes y Centrooccidental (anillos 6-7, 1, 2, 2A y Express Way de la figura 2.37), mientras que los de las regiones Central y Oriental (anillos 3, 3A, 4 y 5 de la figura 2.37). Existe además un anillo en la zona centro-oriental (llamado Trapichito en la figura 2.37), que comprende los siguientes cuatro nodos: CNT-Higuerote-Guatire y Guarenas. Estos anillos se

forman sobre la Red de Fibra Óptica Interurbana y transportan tráfico de voz y datos de larga distancia.

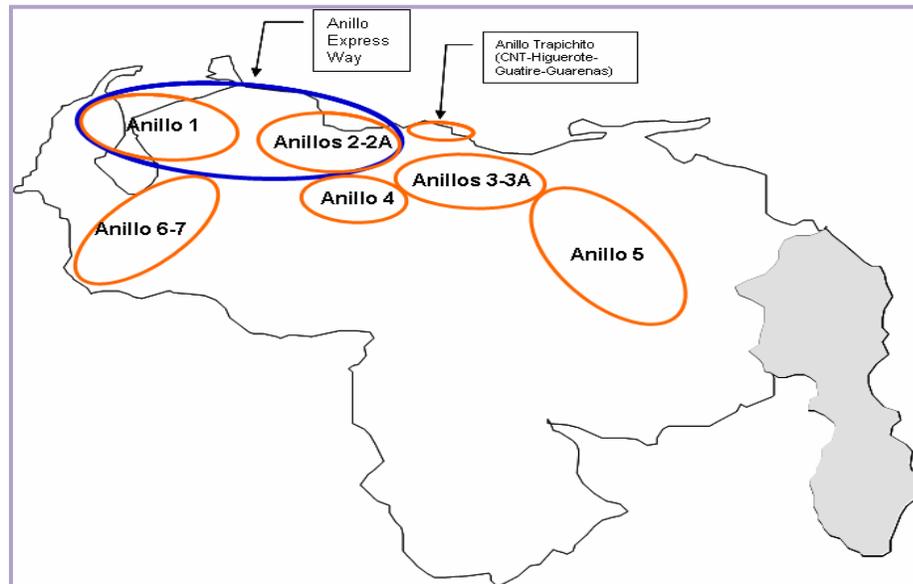


Figura 2.37: Anillos SDH Red Troncal Interurbana.

Fuente: Manual CANTV "Arquitecturas de redes y plataformas de servicios CANTV".

Los anillos de la red secundaria tienen menor cantidad de nodos y están localizados de la siguiente manera: Un anillo en los Teques (2,5 Gbps), uno en la Victoria (2,5 Gbps) y tres anillos de 622 Mbps, en Valencia, Costa Oriental del Lago y Margarita, respectivamente.

- **Red SDH Urbana.** Barquisimeto (1 anillo de 2,5 Gbps y 1 anillo de 622 Mbps), Maracay (1 anillo de 2,5 Gbps) Valencia (1 anillo 2,5 Gbps), Puerto La Cruz (1 anillo de 2,5 Gbps), Puerto Ordaz (1 anillo de 2,5 Gbps) y Maracaibo (2 anillos de 2,5 Gbps).

2.6.3 Red PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

Los sistemas PDH son enlaces punto a punto de 140 y 565 Mbps sobre fibra óptica en áreas urbanas y enlaces de microondas de alta (140 Mbps), mediana y baja capacidad (34 y 2 Mbps) en la red primaria y secundaria, respectivamente. Existen 33 sistemas PDH de 140 Mbps a nivel nacional que cubren áreas urbanas multicentrales con la siguiente distribución: 5 sistemas en región capital, 8 sistemas en región oriental, 10 sistemas en región occidental y 7 sistemas en región central.

2.6.4 Red DWDM – CANTV- Oriente

2.6.4.1 Anillo DWDM – Oriente I

Este anillo está conformado por 4 nodos DWDM y 11 amplificadores ópticos. Tiene una capacidad para 16 longitudes de onda (λ) sobre un par de fibras ópticas y se tienen 4 λ 's habilitadas inicialmente. Sobre este anillo se soporta el transporte interurbano del backbone IP a nivel de CORE y Distribución, con diferentes λ 's para interconectar los nodos de Puerto La Cruz, CNT y Chacao. También sobre una λ de este anillo DWDM se soporta un anillo SDH-NG (Nueva Generación) en configuración MSP (MultiSection Protection) a 2 fibras, con capacidad de 1STM-64 (10 Gbps) y conformado por 2 equipos ADM.

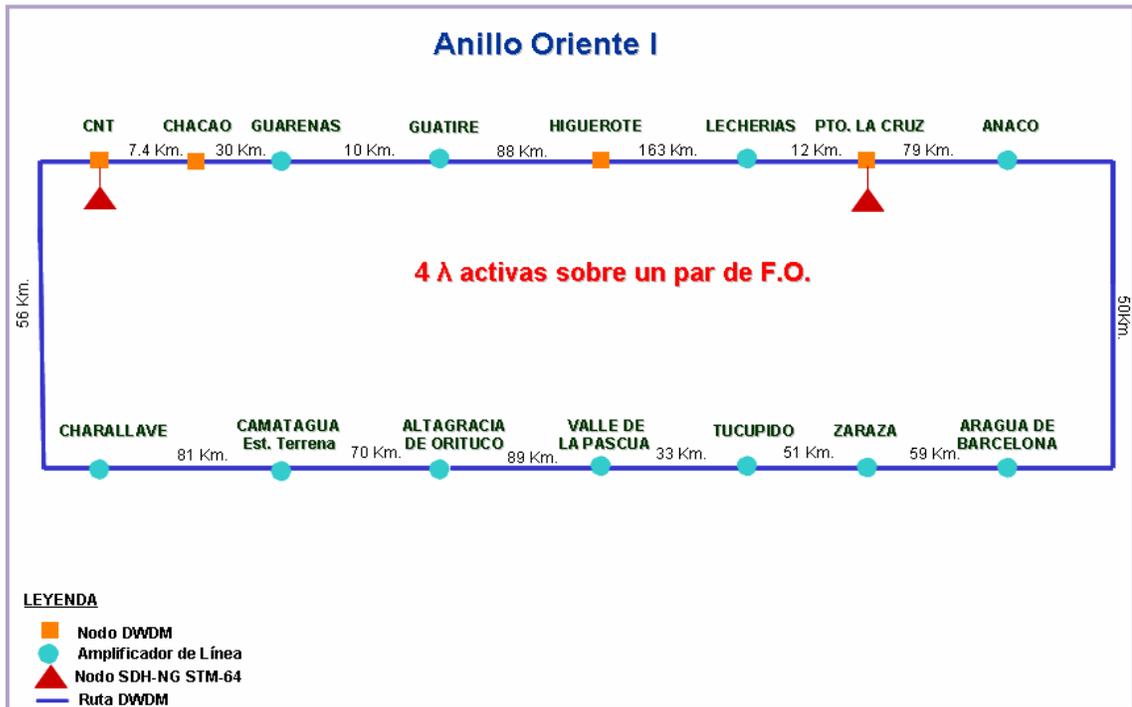


Figura 2.38: Anillo DWDM- Oriente I.

Fuente: Manual CANTV “Arquitecturas de redes y plataformas de servicios CANTV”.

2.6.4.2 Anillo DWDM – Oriente II

Este anillo está conformado por 10 nodos DWDM y 4 amplificadores ópticos. Tiene una capacidad para 16 longitudes de onda (λ) sobre un par de fibras ópticas y se tiene 1 λ habilitada inicialmente. Sobre esta λ se soporta un anillo SDH-NG (Nueva Generación) en configuración MSP (MultiSection Protection) a 2 fibras, con capacidad de 1STM-64 (10 Gbps) y conformado por 5 equipos ADM.

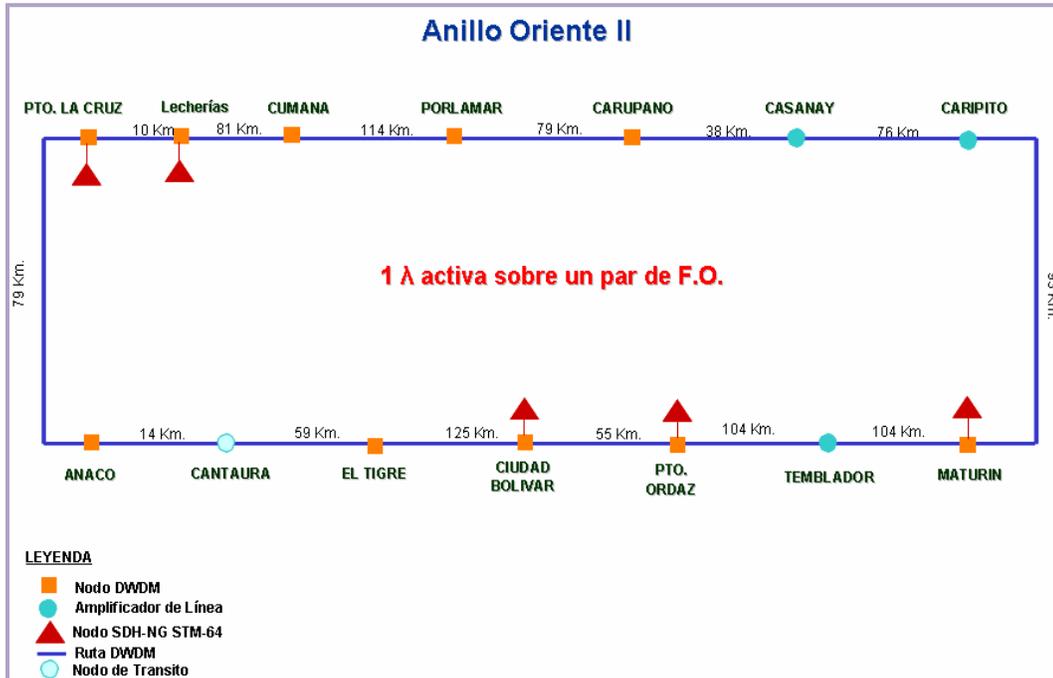


Figura 2.39: Anillo DWDM – Oriente II.

Fuente: Manual CANTV “Arquitecturas de redes y plataformas de servicios CANTV”.

2.7 Redes IP.

Las redes IP constituyen el ejemplo típico de redes de conmutación de paquetes. Una red de conmutación de paquetes es aquella en la que la información que circula es fragmentada en paquetes, cada uno de los cuales viaja independientemente de los demás hasta el destino. Una vez allí, la información es reensamblada y vuelta a su formato original.

Para garantizar la correcta entrega de los paquetes, se suele utilizar la combinación TCP/IP. IP (Internet Protocol) tiene como tarea el encaminamiento y la entrega de paquetes al punto de destino. TCP (Transmisión Control Protocol) está orientado a la conexión y permite que el

flujo de bytes que se origina en un ordenador se entregue sin error en cualquier otro ordenador de la red.

Además de estos dos, se emplean los protocolos de aplicación, que incluyen todos los protocolos específicos de las aplicaciones básicas de Internet, como transferencia de ficheros (FTP), acceso a Internet virtual (TELNET), como correo electrónico (SMTP), etc. La familia de protocolos TCP/IP está dividida en cinco capas descritas a continuación y que se muestran en la figura 2.40, estas son:

- **Enlace:** suele incluir el driver del sistema operativo y su correspondiente interfaz de red.
- **Red:** su misión es el encaminamiento adecuado de los paquetes, con el fin de que estos viajen del origen al destino.
- **Transporte:** provee una comunicación de datos entre extremos a la entidad de nivel superior.
- **Aplicación:** implementa los detalles físicos de cada aplicación.
- **Física:** El medio físico de conexión a la red.



Figura 2.40. Pila de protocolos de la familia TCP/IP.
Fuente: Propia.

2.8 Protocolos IP.

El Protocolo de Internet (IP) y el Protocolo de Transmisión (TCP), fueron desarrollados inicialmente en 1973 por el informático estadounidense Vinton Cerf como parte de un proyecto dirigido por el ingeniero norteamericano Robert Kahn y patrocinado por la Agencia de Programas Avanzados de Investigación (ARPA, siglas en inglés) del Departamento Estadounidense de Defensa. Internet comenzó siendo una red informática de ARPA (llamada ARPAnet) que conectaba redes de ordenadores de varias universidades y laboratorios en investigación en Estados Unidos. World Wide Web se desarrolló en 1989 por el informático británico Timothy Berners-Lee para el Consejo Europeo de Investigación Nuclear (CERN, siglas en francés).

En su origen, el protocolo Internet se utilizó para el envío de datos, pero en la actualidad y debido al importante desarrollo tecnológico que está experimentando este campo, disponemos de una tecnología que permite digitalizar y comprimirla en paquetes de datos que son enviados a través de cualquier moderno sistema de transmisión de datos (líneas dedicadas, líneas telefónicas, conexiones inalámbricas, etc) para ser reconvertidos de nuevo en voz en el punto de destino.

La conversión de la voz a datos requiere una sofisticada formulación matemática, que comprime la voz humana digitalizada en un conjunto de datos mucho más pequeño y manejable. Aunque son conocidas distintas investigaciones en algoritmos avanzados de digitalización de voz desde 1970 y distintas experiencias de transmisión de voz sobre redes locales (LAN) en los años 80, será más adelante en febrero de 1995 cuando la empresa Vocaltec investiga sobre las posibilidades reales de establecimiento de llamadas telefónicas de PC a PC, a través de su producto Internet Phone, diseñado para correr en un PC 486/33 Mhz equipado con una tarjeta de

sonido, cornetas, micrófono, MODEM y como medio de transmisión el Internet, nace así el término denominado Telefonía IP.

Adicionalmente el protocolo IP es usado en telefonía como un servicio denominado Voz sobre Protocolo de Internet, también llamado Voz sobre IP, VoZIP, VoIP (por sus siglas en inglés), o Telefonía IP, es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP (Internet Protocol). Esto significa que se envía la señal de voz en forma digital en paquetes en lugar de enviarla en forma de circuitos como una compañía telefónica convencional o PSTN. Los Protocolos que son usados para llevar las señales de voz sobre la red IP son comúnmente referidos como protocolos de Voz sobre IP o protocolos IP. Pueden ser vistos como implementaciones comerciales de la Red experimental de Protocolo de Voz (1973), inventadas por ARPANET. El tráfico de Voz sobre IP puede circular por cualquier red IP, incluyendo aquellas conectadas a Internet, como por ejemplo redes de área local (LAN).

La principal ventaja de este tipo de servicios es que evita los cargos altos de telefonía (principalmente de larga distancia) que son usuales de las compañías de la Red Pública Telefónica Conmutada (PSTN). Algunos ahorros en el costo son debidos a utilizar una misma red para llevar voz y datos, especialmente cuando los usuarios tienen sin utilizar toda la capacidad de una red ya existente en la cual pueden usar para VoIP sin un costo adicional. Las llamadas de VoIP a VoIP entre cualquier proveedor son generalmente gratis, en contraste con las llamadas de VoIP a PSTN que generalmente cuestan al usuario de VoIP.

2.9 Redes Metro Ethernet

Las redes Metro Ethernet (ME), son redes metropolitanas basadas en tecnología Ethernet sobre fibra óptica, con lo cual se elimina la capa ATM/SDH de las redes metropolitanas tradicionales. Las redes ME soportan servicios de capa 2 tales como VPN-L2 (Virtual Private Networks Layer 2), VPLS (Virtual Private LAN Services) y VLL (Virtual Lease Lines). Los nodos ME son switches Ethernet que se interconectan utilizando directamente fibra óptica en topologías de anillo o Bus, garantizando calidad, escalabilidad y protección de los servicios mediante MPLS (Multi Protocol Label Swiching).

Actualmente se tienen 14 Anillos y 24 Buses Metro Ethernet con capacidad de 1, 2,10 y 20 Gbps, cubriendo 157 localidades de centrales de las principales ciudades del país. Los anillos están interconectados con un par de fibras para el caso de 10 Gbps y dos pares de fibra para 20 Gbps. Las interfaces de acceso a los switches son de 10 Mbps, 100 Mbps, 1 GE y 10 GE.

En la figura 2.41 se ilustra la arquitectura general de los anillos a nivel nacional y su interconexión a través del backbone IP/DWDM.

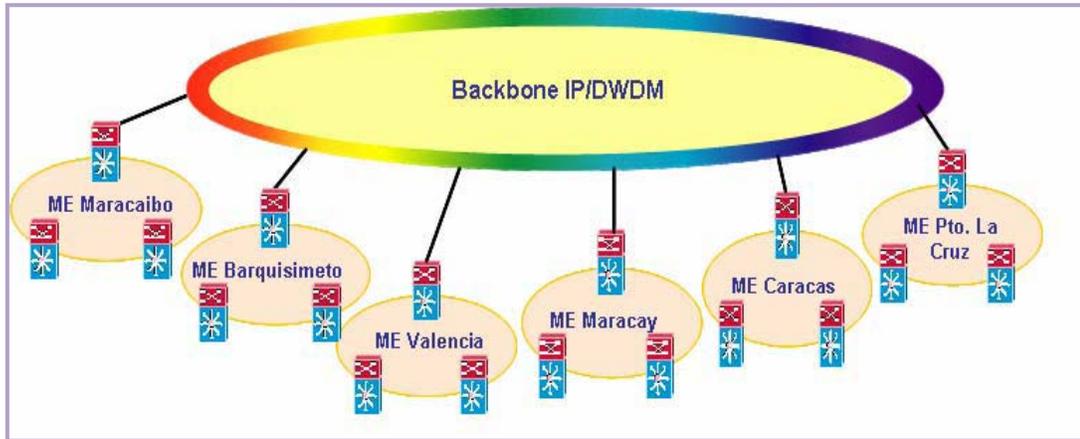


Figura 2.41: Arquitectura de Anillos Metro Ethernet.
Fuente: Manual Taller Básico de NGN CANTV.

2.10 Redes de Nueva Generación (NGN).

El proceso evolutivo del sector de las telecomunicaciones ha provocado cambios en el modelo de negocio de muchas operadoras y ha modificado de manera radical el modelo de provisión de servicios, ya que se ha cambiado de un modelo vertical en el que los servicios se ofrecen por separado a un modelo horizontal en el que se interconectan redes y servicios.

2.10.1 Concepto de NGN

Red de próxima Generación (Next Generation Networking o NGN en inglés) es un amplio término que se refiere a la evolución de la actual infraestructura de red de transporte o red única conmutada, con el objetivo de lograr la convergencia de los nuevos servicios multimedia o triple play, como son denominados por algunos investigadores que incluirían voz, datos y video. La característica principal de este tipo de redes es el transporte de datos encapsulados de información a través de Internet. Estas nuevas redes serán construidas a partir del protocolo Internet Protocol en inglés o en español

todo sobre protocolo de Internet. Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) una Red de próxima Generación es una red basada en la transmisión de datos y capaz de proveer servicios integrados, incluyendo la comunicación telefónica, y será capaz de explotar al máximo el ancho de banda o ancho del canal haciendo uso de las Tecnologías de Calidad del Servicio (según sus siglas en inglés QoS) de modo que el transporte sea totalmente independiente de la infraestructura de red utilizada. Además, ofrece acceso libre para usuarios de diferentes compañías telefónicas y apoya la movilidad que permite acceso multipunto a los usuarios.

Desde un punto de vista más práctico la NGN supone tres grandes cambios que son:

- El núcleo de red, NGN supone la consolidación de varias redes de transporte construidas históricamente a partir de diferentes servicios individuales (normalmente basados en protocolos IP y Ethernet). Adicionalmente, entre otras muchas cosas, la migración del servicio de voz desde la tradicional arquitectura conmutada o PSTN a la nueva voz sobre IP además de la sustitución de las redes tradicionales (legacy-service).
- Respecto a las redes de acceso, NGN supone la migración del canal tradicional dual de voz y datos asociados a las redes DSL hacia instalaciones convergentes en las que las tarjetas DSLAM integren puertos de voz o VoIP, permitiendo de esta forma dejar atrás las actuales redes conmutadas que multiplexan voz y datos por diferentes canales.
- Respecto a las redes cableadas, la convergencia NGN implica la migración de la tasa constante de flujo de bits a estándares CableLabs

que suministren servicios y ambos servicios funcionan sobre DOCSIS como estándar para el cableado.

De acuerdo al Instituto Europeo de Estándares en Telecomunicaciones cuyas siglas son ETSI (European Telecommunications Standards Institute) define la NGN como: “ un concepto para la definición y despliegue de redes, que, debido a su separación formal en diferentes niveles y a la utilización de interfaces estándares, permite ofrecer a los operadores y proveedores de servicios una plataforma que puede evolucionar paso a paso en la creación, despliegue y administración de nuevos servicios”, de los que se puede entender que esta plataforma multiplica las oportunidades de integrar servicios de voz, video y datos en una sola plataforma y permite al usuario seleccionar el mejor proveedor para el servicio que necesita lo que redundará en una reducción de costos y la simplificación de los procesos. Según la empresa MICROTROL "NGN es un concepto para definir y desplegar redes que, debido a su formal separación en diferentes capas y planos y al uso de interfaces abiertas, ofrece a los proveedores de servicios y operadores de telecomunicaciones una plataforma que puede evolucionar en etapas, para crear, desplegar y administrar servicios innovadores." Esta definición se explica de forma más detallada en el gráfico de abajo, en el que se observa la integración multiservicios en una plataforma robusta que aprovecha los recursos disponibles para administrar eficientemente gran cantidad de datos.

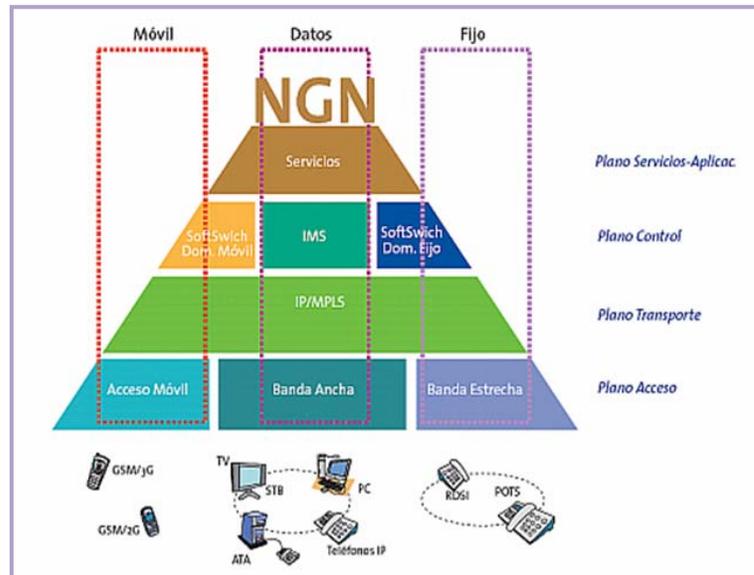


Figura 2.41: Integración Multiservicios.

Fuente: Gil, N. "Propuesta de actualización para las centrales analógicas móviles Hitachi a NGN en la empresa CANTV". Trabajo de Grado, Universidad de Oriente, Puerto La Cruz (2010).

2.10.2 Características de una red NGN

Las redes de nueva generación brindan al operador gran cantidad de beneficios y se podría pasar horas y días hablando de sus bondades pero a efectos didácticos deben delimitarse un conjunto de aspectos que expresen en realidad los aportes de esta plataforma de servicios integrados, como se observa en el gráfico de abajo los servicios en la actualidad se ofrecen al usuario por separado una de las funciones principales de la NGN es agrupar en una sola plataforma los servicios de voz, datos y video. Entre sus características más importantes tenemos:

- Es una red multiservicios, es decir aglutina: voz, datos y video al mismo tiempo.

- De acuerdo al modelo OSI se observan de forma separada las capas de aplicación, control y transporte totalmente separadas.
- Es una red que posee interfaces abiertas entre el transporte, el control y las aplicaciones.
- Usa la conmutación de paquetes para transportar todo tipo de información.
- Es una red que posee Calidad de servicio garantizada para distintos tipos de tráfico.
- Es una red que permite la ubicuidad de los servicios.
- Permite el acceso de los usuarios a cualquier proveedor de servicios.
- Su inteligencia. La cual les permite controlar los servicios de conexión asociados a las pasarelas multimedia (Media Gateways) y los puntos terminales que utilizan IP como protocolo nativo.
- La posibilidad de seleccionar los procesos. Los cuales se pueden aplicar a cada llamada.
- El enrutamiento de las llamadas en función de la señalización y de la información almacenada en la base de datos de los clientes.
- La capacidad para transferir el control de una llamada a otro elemento de red.
- Interfaces con funciones de gestión como los sistemas de facturación y provisión.
- Puede existir con las redes tradicionales de redes conmutadas así como puede proveer los servicios de la tecnología de conmutación de paquetes.
- Los servicios que pueden soportar incluye Voz, Fax, vídeo, datos y nuevos servicios que serán ofrecidos en el futuro.
- Los dispositivos finales incluyen teléfonos tradicionales, teléfonos IP, computadores, beepers, terminales de videos conferencia y más.

- Separar los servicios y el control de llamadas, de los servicios de la red de transporte subyacente es una característica esencial de las redes basadas en softswitch, en función a esto los operadores pueden elegir en todas las capas de la red los mejores productos de cada categoría de distintos fabricantes.

2.9.3 Ventajas de las redes NGN

La infraestructura de las comunicaciones públicas conmutadas en la actualidad consiste en una variedad de diferentes redes, tecnologías y sistemas, la mayoría de las cuales se basan sobre estructuras de conmutación de circuitos. La tecnología evoluciona hacia redes basadas en paquetes y los proveedores de servicio necesitan la habilidad para interconectar sus clientes sin perder la fiabilidad, conveniencia y funcionalidad de las redes telefónicas públicas conmutadas. Como característica principal de las redes NGN destaca la tecnología softswitch que sustituye muchos de los elementos y equipos que conformaban la antigua red PSTN para gestionar todos los servicios (voz datos y video) a través de una plataforma única.

El Softswitch ofrecerá lo mejor de las redes telefónicas tradicionales e Internet, creando de esta manera un alto porcentaje de confiabilidad, combinado con rápidas reducciones en los costos e innovadores servicios. Se podrán obtener servicios y calidad similares, pero a menor precio, y se beneficiarán un porcentaje más alto de la población por las continuas mejoras de rendimiento y costos que ofrece la tecnología de Internet.

Entre los aspectos más resaltantes tenemos:

- Los operadores se vuelven independientes de los vendedores de la tecnología y de los protocolos que los soportan.
- Los proveedores ganarán más control sobre la creación de servicios, en donde la verdadera guerra telefónica se peleará, y el software reducirá el costo total del servicio.
- Un softswitch es generalmente 40 ó 45% menos costoso que un switch de circuitos. Debido a que los softswitches utilizan arquitectura de cómputos generales en donde el precio y desempeño han mejorado considerablemente, la industria espera que esta tecnología pueda brindar aún mayores ventajas en su costo que los switches de circuitos.
- Los vendedores pronostican una embestida de la industria de desarrolladores, quienes crearán servicios basados en estándares que podrán encajar en cualquier red, fácil y rápidamente.
- Un softswitch puede ser distribuido por toda la red o de manera centralizada. En redes grandes se pueden distribuir varios softswitches para administrar diferentes dominios o zonas. También se puede tener acceso a servicios desde la plataforma de manera local o desde otras regiones. Las redes más pequeñas pueden requerir solamente dos softswitches (para redundancia). Los adicionales se agregan para mantener baja la latencia cuando la demanda de los clientes aumenta. Esto también permite a los Carriers utilizar softswitches en nuevas regiones cuando construyen sus redes sin tener que comprar switches de circuitos.
- Esta tecnología permite una transición pacífica de circuitos a paquetes, con servicios diferenciados e interoperabilidad a través de redes heterogéneas.

2.10 Marco Legal.

Las empresas de telecomunicaciones para poder ofrecer sus servicios deben seguir un conjunto de leyes y reglamentos que son dictadas por la Comisión Nacional de Telecomunicaciones CONATEL. Para este proyecto se han estudiado dichas leyes y reglamentos de las cuales se resumieron los puntos más importantes para la realización del proyecto.

Entre las leyes y reglamentos tenemos:

2.10.1 La Constitución Nacional

El Estado reconocerá el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones y los servicios de información necesarios por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político del país, así como para la seguridad y soberanía nacional. Para el fomento y desarrollo de esas actividades, el Estado destinará recursos suficientes y creará el sistema nacional de ciencia y tecnología de acuerdo con la ley. El sector privado deberá aportar recursos para las mismas. El Estado garantizará el cumplimiento de los principios éticos y legales que deben regir las actividades de investigación científica, humanística y tecnológica. La ley determinará los modos y medios para dar cumplimiento a esta garantía.

La Constitución reconoce como de interés público la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones y los servicios de información, a los fines de lograr el desarrollo económico, social y político del país, y que el Ejecutivo Nacional a través del Ministerio de Ciencia y

Tecnología, debe velar por el cumplimiento del mencionado precepto constitucional.

2.10.2 Ley Orgánica de Telecomunicaciones.

Fue promulgada el 28 de Marzo de 2000 y publicada en Gaceta Oficial No.36.970 de la misma fecha, creando un marco legal moderno y favorable para la protección de los usuarios y operadores de servicios de telecomunicaciones en un régimen de libre competencia, así como para el desarrollo de un sector prometedor de la economía venezolana.

Esta Ley tiene por objeto establecer el marco legal de regulación general de las telecomunicaciones, a fin de garantizar el derecho humano de las personas a la comunicación y a la realización de las actividades económicas de telecomunicaciones necesarias para lograrlo, sin más limitaciones que las derivadas de la Constitución y las leyes.

Se excluye del objeto de esta Ley la regulación del contenido de las transmisiones y comunicaciones cursadas a través de los distintos medios de telecomunicaciones, la cual se regirá por las disposiciones constitucionales, legales y reglamentarias correspondientes.

Los objetivos generales de esta Ley son:

- Defender los intereses de los usuarios, asegurando su derecho al acceso a los servicios de telecomunicaciones, en adecuadas condiciones de calidad, y salvaguardar, en la prestación de estos, la vigencia de los derechos constitucionales, en particular el del respeto a los derechos al honor, a la intimidad, al secreto en las comunicaciones y el de la

protección a la juventud y la infancia. A estos efectos, podrán imponerse obligaciones a los operadores de los servicios para la garantía de estos derechos.

- Promover y coadyuvar el ejercicio del derecho de las personas a establecer medios de radiodifusión sonora y televisión abierta comunitarias de servicio público sin fines de lucro, para el ejercicio del derecho a la comunicación libre y plural.
- Procurar condiciones de competencia entre los operadores de servicios.
- Promover el desarrollo y la utilización de nuevos servicios, redes y tecnologías cuando estén disponibles y el acceso a éstos, en condiciones de igualdad de personas e impulsar la integración del espacio geográfico y la cohesión económica y social.
- Impulsar la integración eficiente de servicios de telecomunicaciones.
- Promover la investigación, el desarrollo y la transferencia tecnológica en materia de telecomunicaciones, la capacitación y el empleo en el sector.
- Hacer posible el uso efectivo, eficiente y pacífico de los recursos limitados de telecomunicaciones tales como la numeración y el espectro radioeléctrico, así como la adecuada protección de este último.
- Incorporar y garantizar el cumplimiento de las obligaciones de Servicio Universal, calidad y metas de cobertura mínima uniforme, y aquellas obligaciones relativas a seguridad y defensa, en materia de telecomunicaciones.
- Favorecer el desarrollo armónico de los sistemas de telecomunicaciones en el espacio geográfico, de conformidad con la ley.
- Favorecer el desarrollo de los mecanismos de integración regional en los cuales sea parte la República y fomentar la participación del país en organismos internacionales de telecomunicaciones.
- Promover la inversión nacional e internacional para la modernización y el desarrollo del sector de las telecomunicaciones.

2.10.3 Reglamento sobre la Operación de Equipos Terminales Públicos de Telecomunicaciones.

(Decreto 1877 publicado en Gaceta Oficial N° 34.821 del 16 de octubre de 1991)

El presente Reglamento tiene como objeto establecer las reglas y procedimientos aplicables a la operación de equipos terminales públicos de telecomunicaciones, así como los deberes y derechos de los operadores y de los usuarios de dichos equipos.

Los términos técnicos son los que han sido usados en la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Sin embargo a los efectos de este reglamento se establecen las siguientes definiciones, cuyo significado tendrá preferencia sobre cualquier otro.

- Equipo Terminal PÚBLICO de Telecomunicaciones: Aquel equipo operado por un Concesionario que proporciona acceso a cualquier Red Pública de Telecomunicaciones, para el uso del público en general, en sitios o lugares de acceso público tales como vías, calles, avenidas, plazas y centros comerciales; así como, a los miembros, empleados, clientes o usuarios de establecimientos de acceso restringido, tales como clubes, establecimientos comerciales, empresas y hoteles.
- Teléfono público: Equipo Terminal Público de Telecomunicaciones que proporciona acceso a la Red Básica de Telecomunicaciones.
- Redes Públicas de Telecomunicaciones: Cualquier red de telecomunicaciones de uso público autorizada por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

- Red Básica de Telecomunicaciones: Red conmutada constituida por equipos, sistemas e infraestructura física destinada a proveer Servicios Básicos de Telecomunicaciones.
- Servicios Básicos de Telecomunicaciones: Servicios de Telefonía fija conmutados locales, nacionales e internacionales.
- Líneas de Acceso: Líneas de interconexión entre Equipos Terminales Públicos de Telecomunicaciones y una Red Pública de Telecomunicaciones, suministradas aquellas por dicha Red, con la adecuada capacidad para manejar el tráfico proveniente de, o dirigido a un Equipo Terminal Público de Telecomunicaciones.
- Concesión: Título administrativo otorgado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones para la explotación comercial de Equipos Terminales Públicos de Telecomunicaciones.
- Concesionario u Operador: Toda persona que posea una concesión para operar Equipos Terminales Públicos de Telecomunicaciones.

Para instalar, establecer, operar, mantener y explotar comercialmente un Equipo Terminal Público de Telecomunicaciones, se requerirá una Concesión otorgada por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, de conformidad con la Ley y sus reglamentos. Las características técnicas, derechos y otros términos específicos relativos a la operación del servicio serán establecidas en la correspondiente Concesión.

Los Concesionarios podrán instalar únicamente equipos y sistemas que no causen interferencia perjudicial ni degradación en ningún sistema o red de telecomunicaciones, aprobado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, y se ajusten a las recomendaciones del Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT).

Para asegurar la homogeneidad de las tecnologías utilizadas en el país, el Equipo Terminal Público y el cableado correspondiente deberán ser compatibles con las normas y recomendaciones técnicas nacionales aplicables, que garanticen la eficiente interconexión con cualquier Red Pública de Telecomunicaciones. Los Concesionarios se obligarán a instalar únicamente equipos que hayan sido aprobados por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones y que sean compatibles con la Red Pública de Telecomunicaciones con la cual estarán interconectados, asegurando que no causarán ningún perjuicio a las mismas, ni a sus usuarios. El Ministerio se reserva el derecho de sancionar a cualquier Concesionario que utilice equipos que causen perjuicios a cualquier Red Pública de Telecomunicaciones o a los usuarios de la misma.

Para asegurar la homogeneidad de las tecnologías utilizadas en el país, el Equipo Terminal Público y el cableado correspondiente deberán ser compatibles con las normas y recomendaciones técnicas nacionales aplicables, que garanticen la eficiente interconexión con cualquier Red Pública de Telecomunicaciones. Los Concesionarios se obligarán a instalar únicamente equipos que hayan sido aprobados por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones y que sean compatibles con la Red Pública de Telecomunicaciones con la cual estarán interconectados, asegurando que no causarán ningún perjuicio a las mismas, ni a sus usuarios. El Ministerio se reserva el derecho de sancionar a cualquier Concesionario que utilice equipos que causen perjuicios a cualquier Red Pública de Telecomunicaciones o a los usuarios de la misma.

Los Equipos Terminales Públicos deberán introducir en sus instalaciones los cambios tecnológicos que permitan el mejoramiento de la calidad y productividad del servicio, cuando sea técnica y económicamente factible.

Además no podrán ser ubicados fuera del área de red de la central de conmutación que lo suministra la Línea de Acceso, ni a una distancia mayor de un kilómetro del punto terminal donde la Línea de Acceso es provista por el operador de una Red Pública de Telecomunicaciones.

Las Líneas de Acceso para Equipos Terminales Públicos de Telecomunicaciones con acceso a la Red Básica de Telecomunicaciones, disponibles en cada central de conmutación, deberán ser distribuidas equitativamente entre los Concesionarios autorizados por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, en cada una de las áreas de servicio y en la medida en que estén disponibles por parte de los operadores respectivos de las Redes Básicas de Telecomunicaciones. No obstante lo anterior cada operador de una Red Básica de Telecomunicaciones podrá usar el número de Líneas de Acceso que sea necesario para cumplir con sus obligaciones de acuerdo con el plan de expansión y modernización de la red expuesto en la concesión correspondiente.

2.10.4 Reglamento de Interconexión.

(Decreto N° 1.093 del 24 de Noviembre del 2000, publicado en Gaceta Oficial N° 3.085 de la misma fecha).

Este Reglamento tiene por objeto establecer las normas aplicables a las relaciones que con motivo de la interconexión surjan entre los operadores de redes públicas de telecomunicaciones que presten servicios de telecomunicaciones y de éstos con la Comisión Nacional de Telecomunicaciones.

Este reglamento también indica que:

- La interconexión entre redes públicas de telecomunicaciones deberá ser efectuada sin menoscabar los servicios y calidad originalmente proporcionados, de forma tal que los operadores cumplan con los planes y programas que en materia de telecomunicaciones dicte la Comisión Nacional de Telecomunicaciones y garanticen que las redes interconectadas operen como un sistema completamente integrado.
- La calidad del servicio prestado mediante redes interconectadas debe ser independiente del número de interconexiones efectuadas. Es responsabilidad exclusiva de los operadores que presten servicios de telecomunicaciones involucrados en la interconexión, el logro de los niveles de calidad de servicio establecidos mediante los planes técnicos fundamentales de transmisión, señalización, sincronización, enrutamiento, numeración, tarificación y demás normas aplicables.
- Las obligaciones que tiene un operador frente a otro para preservar la calidad del servicio, deben mantenerse en todo momento. En todo caso, la responsabilidad del servicio y su calidad frente al usuario recaerá sobre el operador que preste el servicio de telecomunicaciones con el cual dicho usuario haya contratado.

La interconexión deberá ser técnica y económicamente eficiente, con cargos que preserven la calidad del servicio.

A los efectos del presente Reglamento se consideran recursos esenciales para la interconexión, los siguientes elementos de red, los cuales incluyen recursos, funciones y capacidades:

- Origen y terminación de comunicaciones a nivel local fijo, alámbrico o inalámbrico, y local móvil, según el caso.

- Conmutación.
- Señalización y facilidades para la operación, administración y mantenimiento de la red.
- Transmisión.
- Asistencia a los abonados, tales como, servicios de emergencia, información, directorio, operadora y servicios de red inteligente.
- Acceso a elementos auxiliares y a elementos que sean usados por ambas partes al mismo tiempo, tales como, plantas de energía, equipos e instalaciones físicas en general y servicios de valor agregado, entre otros.
- La información necesaria para conciliar cuentas, facturar y cobrar a los abonados.

Lo que quiere decir que serán considerados recursos esenciales para la interconexión todos aquellos elementos de red necesarios, que puedan surgir como resultado de la evolución tecnológica para la señalización, direccionamiento, conmutación, operación, administración y mantenimiento de la red.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación

Este tipo de estudio utilizado en esta propuesta será de tipo documental bibliográfica, ya que como parte del proceso se requiere recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos a interpretar, conocer y analizar tomando en cuenta las características generales de una red de transporte con fibra óptica, así como los equipos a instalar y demás elementos involucrados; esto bajo el enfoque de la modalidad de proyecto con proyección futura, por cuanto se presenta una solución viable ante una problemática planteada, esto se lleva a cabo con el apoyo de la investigación de campo con un análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos o predecir su ocurrencia haciendo uso de enfoques de investigación conocidos o en desarrollo.

Tabla 3.1: Variables Dependientes de la Investigación.

	Definición	Definición técnica		Subvariables
Variable Dependiente	Propuesta	Ofrecimiento o invitación para hacer una cosa determinada.	Idea o proyecto sobre un asunto o negocio que se presenta ante una o varias personas que tienen autoridad para aprobarlo o rechazarlo	Servicios Calidad

Tabla 3.2: Variables Independientes de la Investigación.

Variables independientes	Red	Conjunto de elementos organizados para determinado fin.	Conjunto de equipos e instalaciones que permiten las telecomunicaciones entre dos o más clientes	Tecnología Telecomunicaciones
	Transporte	Sistema de medios para conducir personas y cosas de un lugar a otro	Es la disponibilidad que hay entre dos puntos de una red que permite establecer entre ellos una señal de telecomunicaciones y que se puede medir en términos de número de canales o bits por segundo.	Telecomunicaciones

3.2 El problema.

El tráfico nacional de internet se duplica año tras año, por lo tanto, es necesaria la ampliación de la red para proporcionar tal cantidad de servicios en demanda, así como la ampliación de cobertura hacia zonas tradicionalmente desprovistas de servicios con la finalidad de lograr una red de transporte convergente, escalable, de alta capacidad para la entrega de servicios fijos y móviles de voz, datos y video. En el caso de parte del tramo 9 del proyecto CANTV – OSUT, ¿Cómo beneficiará este proyecto a dichas poblaciones? ¿Qué tipo de planta física se instalará? ¿Qué tipo de equipos son los apropiados para lograr una red de alta disponibilidad? ¿Cómo será la red futura una vez que sea implementado el proyecto? , estas y otras incógnitas serán aclaradas en el transcurso de este proyecto.

CAPITULO IV

4.1 Situación actual del tramo comprendido entre las poblaciones El Alambre – Clarines –Puerto Píritu.

Las poblaciones de El Alambre, Clarines, Puerto Píritu y Barcelona forman parte del proyecto CANTV – OPSUT como parte de la creación de una nueva infraestructura que mejorará en gran medida el transporte de datos entre estas poblaciones con el resto del país.

Estas poblaciones integran el tramo 9 de dicho proyecto ya que no poseen la planta física más eficaz que beneficie la interconexión de estas poblaciones con Barcelona, si se mejora esta situación las comunicaciones del Estado Anzoátegui se verán reforzadas notablemente además que obligará a migrar a tecnologías de nueva generación para el transporte de datos, voz y video a algunas infraestructuras de la red.

La población de El Alambre no cuenta con ningún tipo de tecnología (fibra óptica y planta física), en este poblado de aproximadamente 500 habitantes el servicio prestado es pobre, por lo que se necesitaría la creación de una red de nueva generación completa para la prestación de los servicios de voz, datos y video, no solo para dicho poblado sino para lograr una red de transporte mas óptima para el Estado.

En la población de Clarines actualmente se encuentra en funcionamiento una central móvil Hitachi que es una central analógica que presta solo servicio básico de voz, telefonía pública y el uso de URL's (Unidades Remotas Lógicas), es de tipo C23 –HD, con una capacidad de 1000 líneas y

un tráfico total de 166 ERL, este modelo específico es de alto tráfico, la instalación de este tipo de centrales en nuestro país datan del año 1968, el acceso a internet de esta central es limitado ya que requiere de un Dial Up el cual utiliza un módem interno o externo en donde se conecta la línea telefónica. La computadora llama a un número telefónico para poder conectarse a internet. El módem convierte la señal analógica (el sonido) en señal digital para recibir datos, y el proceso inverso para enviar datos; al utilizar línea telefónica, la calidad de conexión no es siempre buena y está sujeta a pérdida de datos y limitaciones de todo tipo, por lo tanto, es necesario actualizar dicha central a fin de adaptar la red de transporte a una tecnología que mantenga los niveles de competitividad actuales. Clarines, tampoco posee en si, un sistema de interconexión óptimo o medio de transmisión adecuado por lo que necesitaría una red de transporte que vaya de la mano con un nodo NGN.

En Puerto Píritu, existe una planta física que consiste de un nodo UMG que combina una red PSTN de una central NEAX digital de 4000 abonados y un nodo NGN, esta población ya posee la nueva tecnología, la cual hace compatible la señal analógica de la red telefónica pura con una red digital, donde se debe codificar la señal de transmisión analógica para convertirla en formato digital antes de entrar a una WAN (Red de Área Amplia o Wide Area Network) de telefonía, este equipo es el encargado de interactuar con el ámbito PSTN y convierte el tráfico TDM (Time División Multiplex) en paquetes IP. Esta central se conecta a un softswitch que es el dispositivo encargado de proporcionar el control de llamada (señalización y gestión de servicios), procesamiento de llamadas, y otros servicios, sobre una red de conmutación de paquetes que a su vez se conecta con la central de Puerto La Cruz. Esta red cuenta con fibra óptica como medio de transmisión, lo cual

permitirá reutilizar la infraestructura existente y transportar el tráfico proveniente de las demás centrales.

4.2 Tipo de tecnología existente en la red de transporte integrada en parte del tramo 9 del estado Anzoátegui.

4.2.1 Tecnología existente en El Alambre.

En esta población no se encuentra ningún tipo de tecnología en existencia.

4.2.2 Tecnología existente en Clarines.

4.2.2.1 Central Analógica Hitachi:

Es una central analógica que establece las conexiones a través de un par telefónico entre una central y otra llevando toda información debido a la circulación de corriente continua a través del par y señalizando con cambios de impedancia y polarizaciones de línea, es nombrada con el término PSTN, también conocida como conmutación de circuitos la cual solo transmite voz. Esta central móvil posee las siguientes características:

- **Tipo de central.** En Clarines existe una central C23-HD, con una capacidad de 1000 líneas y un tráfico total de 166 ERL. En la designación de las abreviaturas la C significa que tiene un sistema de conmutación Crossbar, la H significa que es un modelo de fabricación de 1era versión y la D significa que es una central de alto tráfico.

- **Tipos de Interconexión.** Las configuraciones de los troncales y sus dimensiones se establecen según el tipo de tráfico telefónico, cantidad de clientes y sistema de transmisión, sea onda portadora o línea física.

- **Onda portadora.** Se utilizan 6 hilos para cada línea, 2 hilos para transmitir la voz “TX”, 2 hilos para recibirla “RX”; Acoplados por un circuito balanceado (que elimina el retorno o feed-back) llamado Híbrido; dotado de facilidades de puentes para lograr distintos niveles de atenuación, según el plan de transmisión calculado a la central. Estos circuitos manejan voltajes pequeños de corriente alterna dentro del ancho de banda del canal telefónico. Los 2 hilos restantes son llamados de señalización “E” y “M” estando normado que “M” envía una señal analógica y “E” es el hilo por donde se recibe. Estas señales poseen las mismas características eléctricas, es una corriente que circula por los equipos a causa de diferencia de potencial de la batería y el circuito de tierra común formado entre la central y los sistemas de transmisión.

- **Línea física.** Es el más simple de los circuitos solo se establece una conexión a través de un par telefónico entre una central y otra llevando toda la información gracias a la circulación de corriente continua a través del par y señalizando con cambios de impedancia y polarizaciones de la línea.

Nota Especial: Con la implementación de los sistemas digitales y convertidores analógicos – digitales (PCM) existen centrales por onda portadora (radio digital) con enlaces a 2 hilos gracias a los convertidores llamados “DC LOOP”, facilitando su mantenimiento e interconexión cuando se usan troncales entre la sala de transmisión y la central móvil.

- **Configuración de interconexión.** Todas las centrales están interconectadas con la central de Larga Distancia haciendo una configuración tipo Estrella, esto facilita el control de la facturación y el análisis de los seriales a cargo de la Central L.D.D. así como la aplicación de tarifa para los CDC y Teléfonos Públicos.

A demás en el caso de la existencia de dos o más centrales en una misma área física éstas disponen de líneas de interconexión entre ellas llamadas rutas directas, las cuales, deben tener estas características:

- Facturar por separado con los temporizadores Teletra, con una cadencia de 1 pulso de 150 mseg. cada 60 segundos.
- Envío de los 4 cuatro últimos dígitos a la central destino.
- Análisis de 4 cifras para activar ruta.
- Restricción de ruta por categoría.

4.2.3 Tecnología existente en Puerto Píritu.

4.2.3.1 Universal Media Gateway (UMG 8900).

Las centrales telefónicas digitales se basan en tecnología de control por programa almacenado SPC (Stored Program Control), lo que quiere decir que toda la lógica de funcionamiento y control de la central se realiza a través de software.

Las centrales digitales permiten el uso de las Unidades Remotas de Líneas (URL), las cuales se interconectan con su central matriz en circuitos de 2Mbps (E1's) a través de sistemas de transmisión SDH o PDH sobre fibra

óptica o radios digitales, permitiendo extender el área de cobertura de una central digital a decenas de Km dependiendo del sistema de transmisión utilizado. Se interconectan con su central matriz en circuitos de 2Mbps (E1's) de fibra óptica.

El equipo NGN que encontramos aquí se conoce como Mini UMG 8900 (Universal Media Gateway UMG8900) el cual está basado en el estándar de arquitectura NGN y puede ser usado para servicios de las capas de acceso de la red, debido a su flexibilidad de configuración.

El hardware del Universal Media Gateway UMG8900 adopta la conmutación de paquetes integrados y el diseño de conmutación de banda angosta, soporta efectivamente servicios basados en TDM y en IP/ATM. Los diferentes módulos de conmutación de paquetes son usados para procesar los servicios y señales de control.

La plataforma de paquetes de banda ancha y banda angosta cumple las actuales aplicaciones de las redes TDM y utiliza completamente los recursos TDM en las redes actuales. Además, la plataforma integrada soporta la evolución progresiva de las redes de paquetes para asegurar la inversión de los clientes.

El UMG8900 está basado en la arquitectura del Universal Media Gateway, el cual adopta un diseño distribuido y modular para el hardware. Dicho equipo a su vez soporta varios tipos de interfaz física con fácil configuración. Los módulos funcionales pueden ajustarse a diferentes aplicaciones y para una adecuada gestión las tarjetas se dividen en dos grupos: lógico y físico.

Tabla 4.1: Características del Mini UMG 8900.
Fuente: Manual de instalación UMG 8900 – CANTV.

Modelo	Tipo	Configuración de frames	Capacidad máxima de tarjetas	
			Por frame	En total (x3)
H66 – 22	Acceso frontal	01 frames	05(MiniUMG)	05

Tabla 4.2: Capacidad del equipo.
Fuente: Manual de instalación UMG 8900 – CANTV.

Gabinete	Dimensiones (Altura x Ancho x Profundidad, en mm)
H66 – 22	2200 x 600 x 600 (Mini UMG)

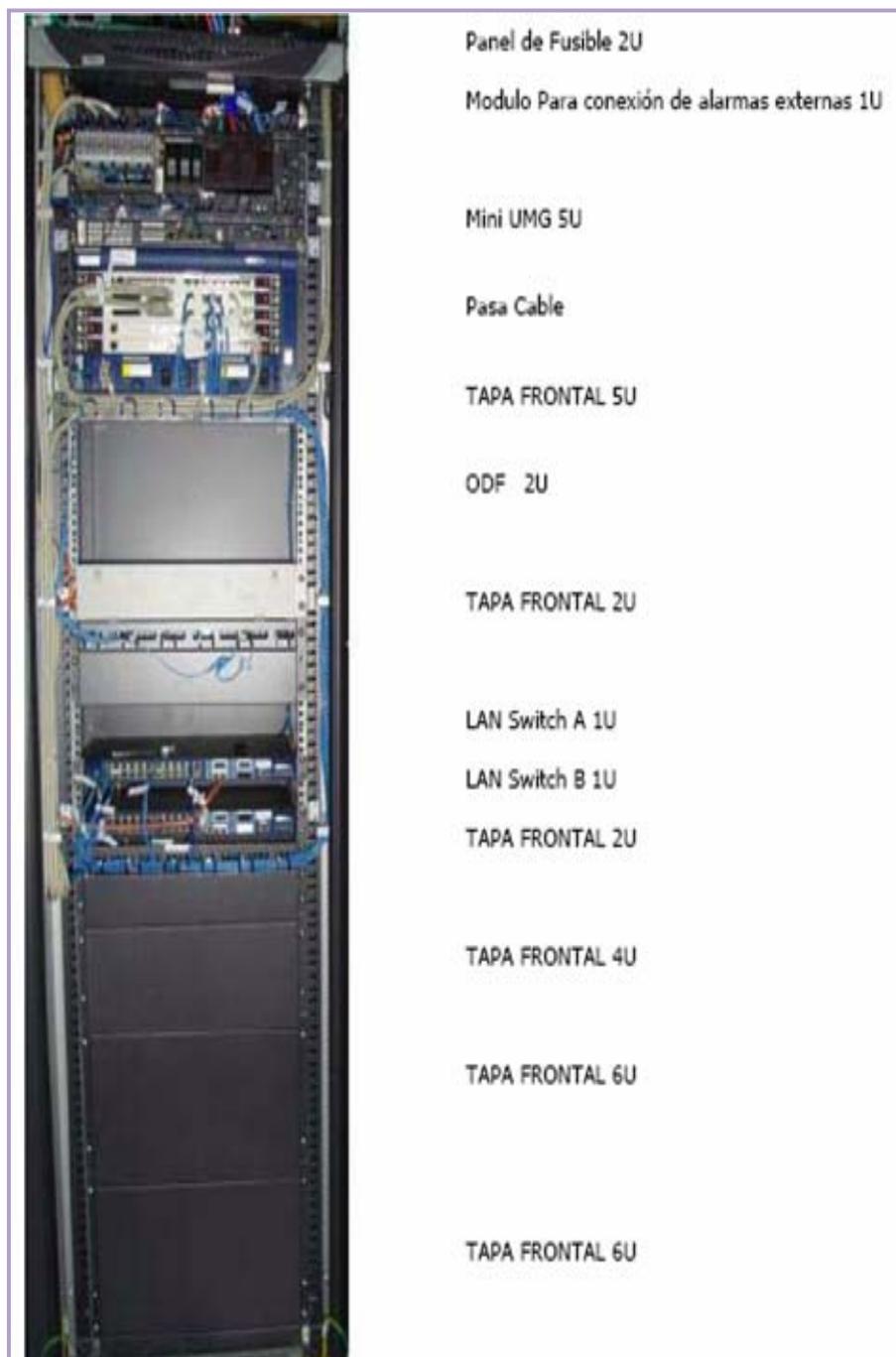


Figura 4.1: Distribución del gabinete H66 – 22 para Mini UMG.

Fuente: Manual de instalación UMG 8900 – CANTV.

*1U = 44,35 mm = 3 orificios de riel

4.2.3.1.1 Distribución del frame Mini UMG.

El frame proporciona conexiones entre usuarios a través de una red pública, del mismo modo que lo haría una red privada punto a punto, esto quiere decir que es orientado a la conexión. El frame del mini UMG contiene cinco ranuras para su distribución de tarjetas por dos módulos de alimentación para -48VDC. En la siguiente figura podemos observar como está compuesto este frame:

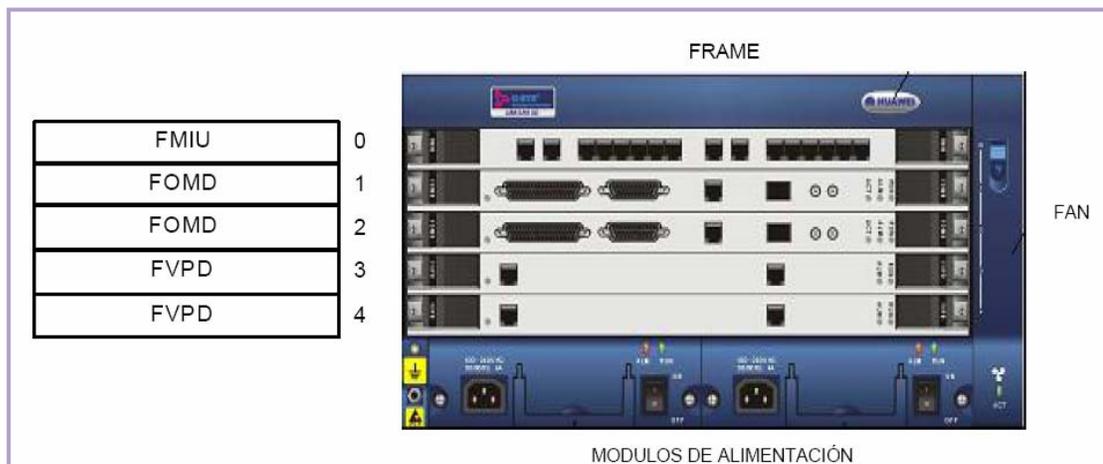


Figura 4.2: Frame Mini UMG
Fuente: Manual de instalación UMG 8900 – CANTV.

Donde:

FMIU: Interface para FOMD.

FOMD: Manejo y Control del Frame.

FVP: Procesamiento de Voz.

AN: Access Network (Red de Acceso)

LMT: Local Maintenance Terminal (Terminal de Mantenimiento Local)

PSTN: Public Switched Telephone Network (Red de abonados)

PBX: Private Branch Exchange (Central privada)

UMG: Universal Media Gateway

4.2.3.2 Central NEAX 61E.

La central que encontramos en Puerto Píritu se conoce con el nombre de Neax 61E monoprocesadora, son sistemas de conmutación digital de gran capacidad y están dotadas de una gama de excelentes facilidades que ayudan a un buen desempeño de la central y facilitan su mantenimiento correctivo y preventivo. La central NEAX61E señala por canal asociado (CSA) y por canal común # 7 (SCC). Esta comprendida de 4 subsistemas, los cuales son:

- **Subsistema de aplicación:** comprende los equipos encargados de hacer la interface entre la central con los abonados y los troncales. Posee un módulo de líneas (LM) que controla y supervisa todo lo que tiene que ver directamente con los abonados, como: corrientes de repique, pruebas de líneas de abonado, protección contra sobrevoltaje y conversión de señales analógicas a digitales. En el circuito de líneas en sí, solo existen tarjetas para abonados ordinarios y para monederos, es decir, que una tarjeta (llamada 8LC) puede manejar hasta 8 abonados ordinarios, cada línea se llama switch y se enumeran desde 0 hasta 7. El bastidor de líneas y troncales contiene hasta 15 LM y en la mayoría de los casos también un módulo de controlador local (LOC). En la central NEAX61E pueden existir un máximo de 32 procesadores, de los cuales solo 22 pueden ser

procesadores de llamadas, también maneja la interfaz de transmisión digital que es la transmisión digital de los troncales y la conmutación que contiene hasta 30 troncales (se les llama canales, CH). Posee un módulo de troncales de servicio que se encarga de suministrar los tonos y diferentes troncales de servicios necesarios en el procesamiento de las llamadas que se cursan en la red.

- **Subsistema de conmutación:** comprende los equipos que hacen los cruces electrónicos necesarios para enviar la llamada al destino apropiado. Es un subsistema de 4 etapas (tiempo – espacio – espacio – tiempo) que contiene hasta 22 redes duplicadas y son controladas por procesadores independientes de llamadas CLP. Controla la vía de conversaciones donde mantiene y distribuye la información de la configuración del sistema de las vías de conversación, recoge la información de fallas del sistema de las vías de conversación y las reporta, distribuye los pulsos de reloj al equipo de las vías de conversación, detecta llamadas de originación, desconexión y señales de contestación, recibe información de los dígitos de las llamadas desde los controladores de aplicación. Maneja también el reloj del sistema.

- **Subsistema procesador:** encargado de la inteligencia de la central ubica los caminos apropiados para las llamadas y ejecuta las rutinas de mantenimiento. Esta comprendido por procesadores (CP) que controlan los procesos de la central, bus del sistema (SB) que interconecta entre si los procesadores, memoria común (CM) que es la memoria a la cual tienen acceso todos los procesadores y un controlador multiproceso (MPC) que es una interface entre la consola maestra y cada uno de los procesadores.

- **Subsistema de operación y mantenimiento:** es el encargado de la comunicación hombre – máquina, específicamente lo relativo a las pruebas del sistema, administración, alarmas, comandos, datos, entre otros. Provee la interfaz hombre – máquina que permite introducir comandos, genera los datos para rutinas de mantenimiento y propósitos de administración; también suministra un sistema de supervisión que incluye pruebas de líneas troncales y líneas de abonados necesarias para asegurar el buen funcionamiento del sistema NEAX61E. Este subsistema consta de dispositivos de entrada /salida (I/O) y varios dispositivos de prueba por medio de los cuales el personal de operación y mantenimiento puede efectuar pruebas y recibir detalles del estado del sistema incluyendo alarmas; contienen dentro del bastidor de mantenimiento varios módulos para efectuar pruebas de las líneas troncales y circuitos de línea de abonados y módulos de interfaces para el intercambio de información con el subsistema de operación y mantenimiento. Encontramos también números programados y cableados en la central exclusivamente para el uso en ciertas pruebas, son números establecidos y no pueden ser utilizados para abonados ordinarios.

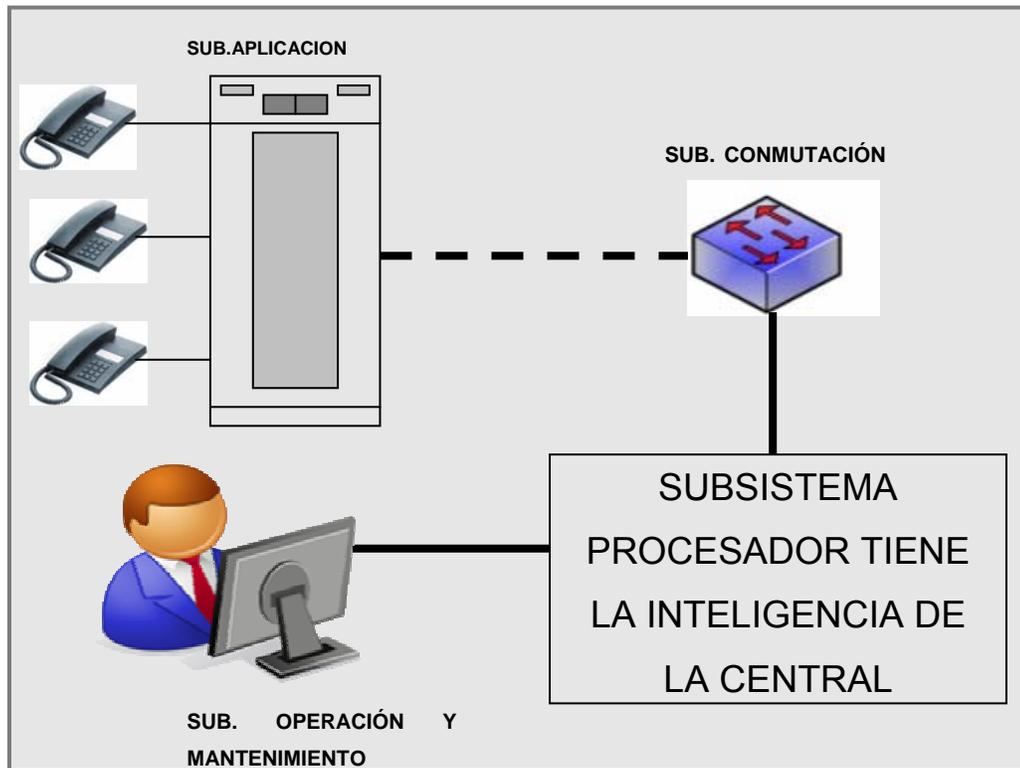


Figura 4.4: Subsistemas NEAX 61E.
Fuente. Manual descripción NEAX 61E (Archivos de la empresa).

4.2.3.3 Alcatel 7450

Arquitectura orientada a servicios SLA, apoya los servicios basados en Ethernet con el filtrado, la elaboración y la calidad de servicio en función de cada servicio, y las escalas para apoyar a decenas de miles de clientes de IETF, implementaciones de servicios de cable privadas virtuales (VPWS) y los servicios de LAN privada virtual (VPLS).

4.2.3.3.1 Principales Características:

- Alta disponibilidad, incluye servicios sin escalas e interviene en las actualizaciones de software de servicios (Issu).
- Soporta una gran variedad de opciones de facturación basado en determinados niveles o basados en el uso de facturación.
- Densidad de la industria principal (de 2-3 veces por rack) en comparación con la competencia de capa 2 / 3 conmutadores Ethernet de 10 Gb / s de la arquitectura disponibles en la actualidad.
- Ruta de acceso rápido programable, permite una adaptación rápida y las actualizaciones a las normas nuevas y en evolución.

4.2.3.3.2 Beneficios.

- H-flexible de gestión de calidad de servicio permite a los operadores apoyar a los clientes que requieren diferentes clases de servicio.
- Ofrece nuevos ingresos rentables de generación de Ethernet no compatibles con los SLA al cliente ejecutivo, basado en por el uso de MPLS en combinación con un puente Ethernet, apilado la VLAN protocolo de árbol de expansión y mejora drásticamente la estabilidad de la red, escalabilidad, disponibilidad y rendimiento en comparación con el actual nivel 2 / 3 conmutadores Ethernet.
- La escalabilidad del producto y arquitectura programable garantiza actualizaciones gratis, habilitar la administración remota.
- Built-in de extremo a extremo, las capacidades de Ethernet OAM permite garantizar un servicio rápido.

4.3 Red de Transporte Integrada CANTV – OPSUT en el estado Anzoátegui.

El Octavo Proyecto de Servicio Universal de Telecomunicaciones “Red Nacional de Transporte” tiene como objeto la planificación, instalación, operación y mantenimiento de la infraestructura necesaria para la prestación de servicios de telecomunicaciones de banda ancha en el ámbito geográfico nacional, priorizando los ejes de desarrollo Norte – Llanero y Orinoco – Apure.

Desde un punto de vista estructural, esta red permitirá interconectar el eje Orinoco – Apure con el eje Norte – Costero, beneficiando una población estimada en más de 8 millones de habitantes. Este proyecto prevé una optimización completa de la red de transporte de datos en nuestro país, la cual tendrá las siguientes características:

Tabla 4.3: Características de la red.
Fuente: Archivos Proyecto OPSUT – CANTV.

Aspectos	Cantidad
Planta física fibra óptica	5796 Km
Centro de operaciones de la red	1
Nodos principales	25
Nodos secundarios	29
Nodos de acceso	156
Total de estados con presencia de la red	19
Centros poblados con nodos de la red	211
Población beneficiada directamente	8218057 hab
Población beneficiada indirectamente*	12000000 hab
Plazo para la ejecución	30 meses

*considerando un área de influencia de 15km.

La red completa proyectada en el país se muestra en la siguiente figura:

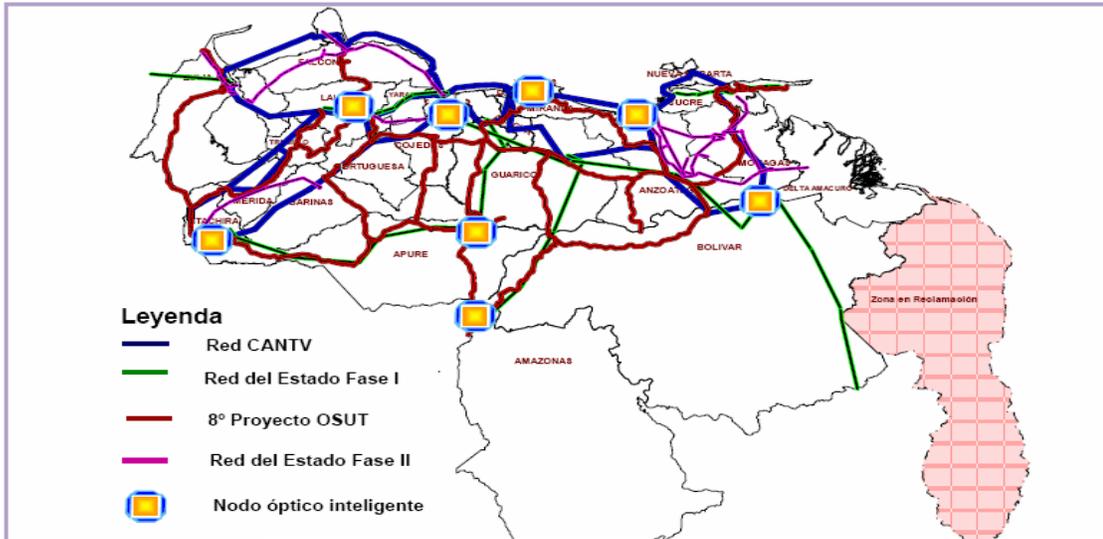


Figura 4.5: Red integrada CANTV – OPSUT y Red del Estado

Fuente: Evolución de redes de transporte como palanca para un proyecto país (Archivo de la empresa CANTV).

La cobertura de la red de fibra óptica a desarrollar es la siguiente:

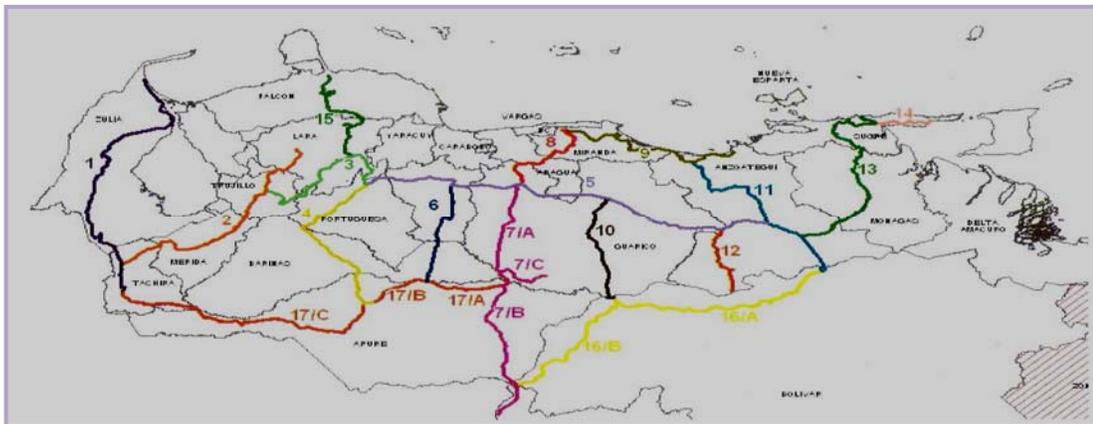


Figura 4.6: Mapa con los tramos a desarrollar.

Fuente: Archivos Proyecto OPSUT – CANTV.

Su cobertura geográfica se extiende hacia el occidente del estado Zulia, los estados Táchira, Mérida y Trujillo, la parte norte de los estados Amazonas y Bolívar y los estados Anzoátegui, Monagas y Sucre hasta la península de Paria del Oriente del país.

4.3.1 Alcance.

El proyecto contempla la creación de una infraestructura con visión a largo plazo, por tanto para el despliegue de la red se requiere de la utilización de fibra óptica en canalización subterránea, como medio de transmisión, se reutilizarán alrededor de 900 Km de la planta de fibra óptica instalada en CANTV alrededor del país. La tecnología será equipos metro, núcleo IP y DWDM. En el siguiente mapa se muestran las fibras reutilizar, construir y sustituir.

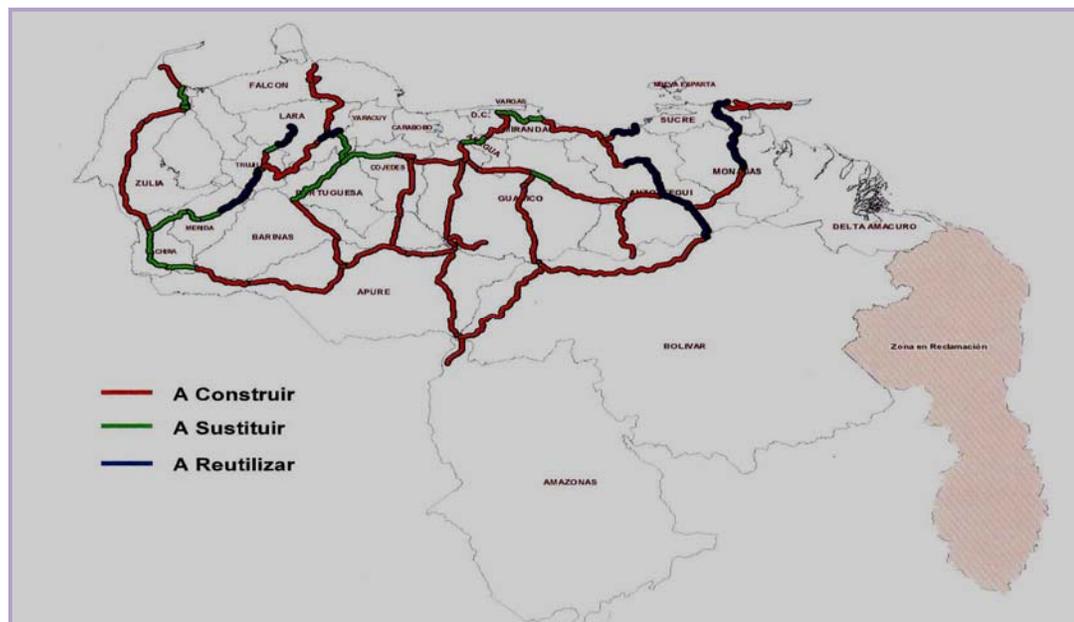


Figura 4.7: Mapa con los tramos a construir, sustituir y reutilizar.

Fuente: Archivos Proyecto OPSUT – CANTV.

En el caso del estado Anzoátegui se tiene pensado:



Figura 4.8: Mapa del estado Anzoátegui con los tramos a construir (rojo) y reutilizar (azul).
Fuente: Archivos Proyecto OPSUT – CANTV.

Esta es una figura de cómo se verá la red en el estado Anzoátegui haciendo distinción entre la red OPSUT y la red de CANTV:



Figura 4.9: Red CANTV (rojo) – OPSUT (azul) del Estado Anzoátegui.
Fuente: Archivos Proyecto OPSUT – CANTV.

El siguiente cuadro muestra la situación actual en cuanto a fibra existente del tramo 9 del proyecto OPSUT – CANTV, se cuenta:

Tabla 4.4: Tipos de fibra óptica a utilizar en los tramos.
Fuente: Archivos Proyecto OPSUT – CANTV.

TRAMO	NODO DE ORIGEN	ESTADO	MUNICIPIO	NODO DESTINO	ESTADO	TRAMO NUEVO O EXISTENTE	CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA	DISTANCIA (KM)	DISTANCIA TOTAL (KM)
	El Guacuco		San José de Capistrano	Boca de Uchire	Anzoátegui	Nuevo			
9	Boca de Uchire	Anzoátegui	San José Capistrano	El Alambre	Anzoátegui	Nuevo		26,1	26,1
	El Alambre	Anzoátegui	San José Capistrano	Clarines	Anzoátegui	Nuevo		22,9	49
	Clarines	Anzoátegui	Manuel Ezeuiel Bruzual	Puerto Píritu	Anzoátegui	Nuevo		22,1	71,1
	Puerto Píritu	Anzoátegui	Píritu	Barcelona	Anzoátegui	Existente	G.652 - G.655 Están en Servicio: 4 fibra con el SDH NEC Bus Barcelona - Caseta Jose - Pto Píritu, 2 Metroethernet Alcatel 7450 y 6 fibras DLC Sistema 1,2 y 3 , Libres 38 fibras	50,6	121,7

*Las celdas sombreadas corresponden a la parte del tramo a estudiar.

Según este cuadro se deduce que en las poblaciones a estudiar, no se cuenta con ninguna fibra instalada por lo que este proyecto será un gran avance para cubrir el requerimiento de tecnologías de última generación en telecomunicaciones en el Estado Anzoátegui.

4.4 Características y especificaciones técnicas de los equipos propuestos en los diferentes nodos del tramo.

Las nuevas redes exigen grandes avances en cuanto a la cantidad de tráfico que soportan, ya que cada año la demanda de servicios se duplica por esto la visión de las redes de nueva generación se encamina a lograr alta disponibilidad, interoperación y convergencia de los servicios que ofrecen; lo que ha desembocado en ampliaciones de la planta física de las redes y en la fibra óptica como medio idóneo para lograr tales fines. Con este tramo de red a construir se quiere lograr el cumplimiento de esta visión principal así como ampliación de cobertura hacia zonas tradicionalmente desprovistas de servicios instalando equipos NGN con inteligencia en la capa óptica para la entrega de servicios de voz, datos y video.

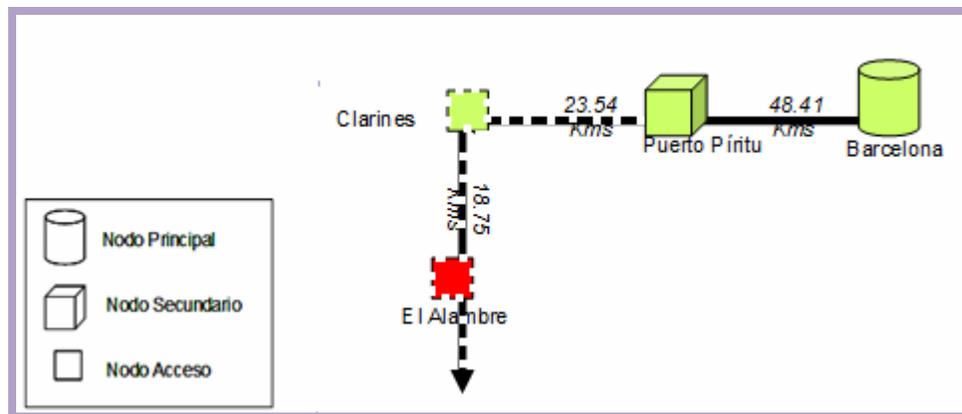


Figura 4.10: Topología física de la red (Parte del tramo 9).
Fuente: Archivos CANTV – OPSUT.

La figura 4.10 expone los tipos nodos a instalar propuestos en cada una de las poblaciones (las líneas punteadas muestran que no hay nodos ni medio de transmisión todavía) y según esta topología física los equipos propuestos para interconectar en cada punto serán los siguientes:

4.4.1 Nodo de acceso El Alambre.

El equipo propuesto para el nodo de acceso de El Alambre población que cuenta con alrededor de 500 habitantes se propone la instalación de un nodo NGN llamado ONU-F01D500 de marca Huawei, el cual se adapta a este escenario de red ya que soporta topologías con bastante distancia entre un punto de acceso y otro además se ajusta ambientes complicados con altas temperaturas la mayor parte del año como ocurre en esta población, asimismo, este nodo vendrá a interconectar este lugar con la red integrada de fibra prevista a construir en el proyecto OPSUT – CANTV.

4.4.1.1 UA5000.

Para cumplir con los requerimientos de acceso que demandan las redes actuales, Huawei cuenta en su solución NGN con la unidad de acceso universal UA5000, la cual permite el acceso a una amplia variedad de servicios tales como: servicios de voz y de banda ancha (ADSL), este equipo es utilizado solo para dar servicios de voz, según los requerimientos exigidos por CANTV. De esta manera, el nodo UA5000 permite el acceso de usuarios analógicos, PBX y servicios suplementarios (CENTREX, identificador de llamadas y la señal de suscriptor puede ser DTMF o señal de estatus). Cada UA5000 tiene dos tarjetas controladoras PVMB, una como respaldo. Estas tarjetas son las encargadas de transformar los servicios de voz en paquetes IP. Los aspectos generales son los siguientes:

- **UA:** (Acceso Universal). Provee funciones de conversión de media stream de TDM e IP, además provee el servicio POST/BRA.

- **IAD:** (Dispositivo de Acceso Integrado). Proporciona a los usuarios la función de acceso integrado de servicios multimedia, tales como datos finales, audio y video.
- Estándar de Clasificación de Equipos Relevante y Entorno de Aplicación.

Tabla 4.5: Estándar de clasificación de equipos.
Fuente: Manual de instalación UA 5000.

Clase	Ubicación de la aplicación	Escala POT SPORT
UA	Central de extremo C5, edificio y sala de equipo de la comunidad.	Varios cientos o más puertos.
IAD	Corredor o escritorio.	De 1 a 32 puertos.

- **Características.**
- Convierte los formatos de mensajes que pueden ser transmitidos a través de la red IP. En otras palabras, soporta el acceso simultáneo de voz o datos. Está orientado a portadores de telecomunicaciones y a los usuarios de Intranet. Soporta G.711A, G.711μ, G.723 Y G.729 codec.
- Características VoIP completas: Soporta la transmisión de número llamante, cancelación de eco y verificación de DTMF, entre otros.
- El UA5000 soporta las pruebas de línea interna y de línea externa de abonado mediante la tarjeta TSS.
- El UA5000 soporta el entorno de monitoreo que incluye el monitoreo de temperatura y humedad, entre otros.

4.4.1.2 Nodo NGN Outdoor ONU-F01D500.

Es un equipo acceso de alta densidad, que posee 928 abonados y se instala a la intemperie. Soporta un ancho espectro de banda limitada y banda ancha, esto supone que puede suministrar servicio de telefonía regular, se integra a la red digital y servicio de internet. Las dimensiones de la cabina son de 1550 mm (ancho) x 550 mm (profundidad) x 1550 mm (altura), la cual posee para acomodar en su interior los componentes: servicio de frame UA5000, sistema de baterías, unidad de distribución de cables, unidad de transmisión y unidad de control de temperatura. Posee las características siguientes:

- **Gabinete.** Este gabinete es compacto y consta de los siguientes compartimentos, MDF/DDF, ODF, Baterías, Sub-bastidor (HABD, HABF) Rectificador, Entrada/salida de AC, este equipo viene ya cableado internamente desde las SLTF hasta el MDF interno, así como la distribución de alimentación, alarmas, sensores, entre otros. La cabina protege los componentes de los rayos solares, polvo, lluvia, viento y alta temperatura.



Figura 4.11: Vista exterior del Gabinete.
Fuente: Manual de instalación UA5000

Tabla 4.6: Dimensiones del equipo Outdoor.
Fuente: Manual de instalación UA 5000.

Gabinete	Dimensiones (Ancho x Profundo x Altura, en mm)
ONU-F01D500	1550 x 550 x 1550

- **Abundante servicio de puertos.** El ONU-F01D500 provee puertos ricos en servicios, los cuales incluyen POTS, ISDN, xDSL, E1 entre otros.

Tabla 4.7: Tipos de puertos.
Fuente: Manual de instalación UA 5000.

Tipo de puerto	Soporte
Puerto de banda limitada	POTS ISDN Standard E1 2/4 – wire audio V.24 V.35
Puerto de banda ancha	ADSL- ADSL2+ SHDSL IMA E3 STM – 1 FE GE

POTS: Plain Old Telephone Service

ISDN: Integrated Services Digital Network

ADSL: Asymmetrical Digital Subscriber Line

ADSL2+: Asymmetrical Digital Subscriber Line 2+

SHDSL: Single-pair-High-bit-rate Digital Subscriber Line

VDSL: Very-high-rate Digital Subscriber Line

IMA: Inverse Multiplexing for ATM

STM-1: Synchronous Transport Module-1

FE: Fast Ethernet

GE: Gigabit Ethernet.

Las tarjetas de ancho de banda limitado y las de banda ancha pueden ser configuradas flexiblemente en la ONU – F01D500 para ofrecer combinaciones de puerto de línea a la medida.

- **Modo flexible de configuración de red.** El ONU-F01D500 se adapta a varios escenarios de acceso de red. Puede ser aplicado en topologías complejas y ambientes complicados. Las características de red son las siguientes: usa una estructura de dos niveles de línea de terminal óptico sumado a una unidad de red de nivel simple (en la unidad óptica de red), sus topologías pueden ser la de anillo, estrella, árbol o topología híbrida, usa un puerto IP para conectar con un equipo por donde circulan los datos y tiene una tecnología de demora que usa una plataforma de transmisión multiservicios para disminuirla en los datos de la red.

- **Fácil instalación y mantenimiento.** Este equipo puede ser instalado en una plataforma elevada o de cemento, esta estructura satisface varias necesidades para la operación. Todos sus componentes están separados unos de otros, esto facilita su mantenimiento. El compartimiento del equipo tiene un iluminador para sí, el cual mejora la operación del mismo en caso que sea de noche; el compartimiento

también tiene una fuente AC, la cual sirve para cargar dispositivos externos que lo necesiten.

- **Monitoreo del ambiente externo.** El equipo puede monitorear en tiempo real lo siguiente: la temperatura, humedad, estatus de la puerta, sistema de suministrador de potencia, batería, distribución principal de las tarjetas (MDF, Main Distribution Frame), intercambiador de calor y pararrayos.
- **Estructura interna del nodo.**

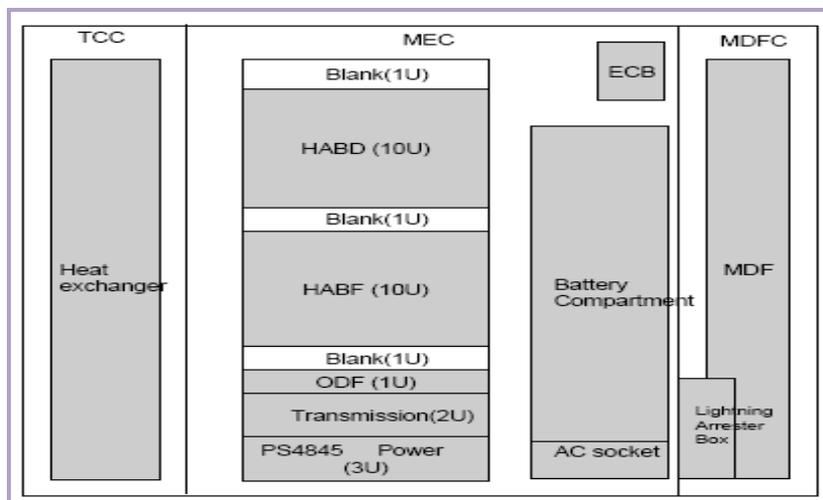


Figura 4.12: Estructura interna del ONU-F01D500.
Fuente: Manual de instalación UA5000.

Tabla 4.8: Detalles de la estructura interna del nodo ONU-F01D500.
Fuente: Manual de instalación UA 5000.

1U = 44,45 mm	
PS4845: Rectificador AC/DC	HABD: Bastidor Maestro (Master Frame)
TCC: Compartimiento de control de temperatura. Equipo de acondicionamiento de ambiente.	HABF: Bastidor Extendido (Extended Frame)
Battery: Compartimiento para baterías de respaldo	ODF: Distribuidor de fibra óptica
MDF: Distribuidor Principal	Transmisión: Espacio disponible para equipo de transmisión

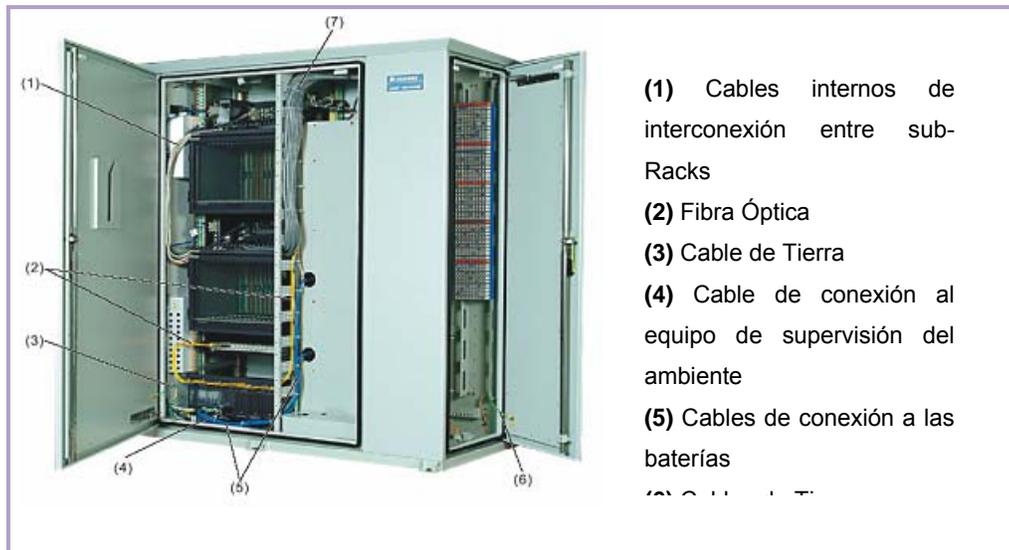


Figura 4.13: Vista interna del equipo.
Fuente: Manual de instalación UA5000.

➤ **Capacidad del equipo.**

Tabla 4.9: Capacidad del Equipo Outdoor.

Fuente: Manual de instalación UA 5000.

Modelo	Tipo	Configuración de frames	Capacidad máxima de puertos		
			Sólo POTS	Sólo ADSL	Combo POTS y ADSL
ONU-F01D500	Outdoor, acceso frontal	1 HABD+ 1 HABF	960	960	672

- **Equipamiento del nodo outdoor.** El gabinete para exteriores Huawei modelo ONU-F01D500, esta integrado por un Frame o sub-bastidor HABD y su extendido HABF.

El master frame principal (HABD) esta equipado con las siguientes tarjetas:

- Dos (02) tarjetas de alimentación PWX que funcionan en modo de carga compartida y las encargadas de distribuir los -48VDC.
- Dos (02) tarjetas de servicio IPMB, una maestra y otra redundante, para transmitir los paquetes IP por una interfaz Giga Ethernet.
- Dos (02) tarjetas controladoras PVMB, una maestra y otra redundante.
- Tiene capacidad para once (11) tarjetas de suscriptores de treinta y dos (32) abonados cada una.
- Una (01) tarjeta TSSB para prueba de línea de suscriptores.
- En la parte inferior tiene tarjetas STLF para la conexión de los cables de abonados.

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17
P	P	I	I	P	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	T
W	W	P	P	V	V	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	S
X	X	M	M	M	M	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	S
		B	B	B	B												B
HWCF	EFTF				HLSF			EITF		SLTF							

Figura 4.14: HABD (Principal).
Fuente: Manual de instalación UA5000.

El bastidor extendido o Extended Frame (HABF) esta equipado con las tarjetas:

- Tiene capacidad para diecisiete (17) tarjetas de suscriptores de treinta y dos (32) abonados cada una.
- Capacidad para una tarjeta ADSL2+ de dieciséis (16) abonados de banda ancha.
- En la parte inferior tiene tarjetas STLF para la conexión de los cables de abonados.

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	A
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	D
																	S
																	L
																	+
HWCF					SLTL	SLTF											

Figura 4.15: HABF (Bastidor Extendido).
Fuente: Manual de instalación UA5000.

Con base a la información descrita anteriormente se tiene que la capacidad máxima de abonados en una UA 5000 según el requerimiento de CANTV es la siguiente:

1 frame HABD	11 tarjetas A32
<u>1 frame HABF</u>	<u>18 tarjetas A32</u>
Total 29 tarjetas A32 (928 abonados)	

Tabla 4.10: Descripción tarjetas de Servicio.
Fuente: Manual de instalación UA 5000.

Tarjeta	Descripción	Función
PWX	Tarjeta de energía	Suministro de alimentación en modo de carga compartida
PVMB	Paquetización de voz y servicios TDM (Master Frame).	Soporta H.248/MGCP. Convierte la información TDM en paquetes IP. Tiene un puerto fast ethernet para la conexión IP (WAN), otro para la gestión (LAN) y uno serial para la conexión por consola
A32	Tarjeta de abonados	Puede manejar hasta 32 líneas POTS, los puertos 16 by 17 pueden suministrar polaridad inversa
TSSB	Tarjeta de prueba	Permite probar las líneas POTS y de banda ancha
ASL	Tarjeta de abonados analógica	Puede manejar hasta 16 líneas con polaridad inversa

Continuación tabla 4.10

IPMB	Procesamiento de servicios IP (Master Frame).	Controla las tarjetas banda ancha del UA5000, ofreciendo además puertos GE/FE.
PVU8/PVU4	Servicios TDM (Master Frame)	Controla las líneas telefónicas tradicionales. Provee interfaces V5-E1 para servicios TDM.
AIUB	Tarjeta ATM	Cada tarjeta provee dos puertos STM-1 ATM.
APSB	Procesamiento de servicios banda ancha (Slave Frame).	Controla las tarjetas banda ancha en el bastidor esclavo
IPMB	Tarjeta de procesamiento principal de servicio IP	Controla las tarjetas de línea de banda ancha del UA5000, en ella convergen los servicios de banda ancha y provee puertos GE/FE. Esta tarjeta soporta el modo de operación activa/standby
ADSL2+	Tarjeta de acceso para Banda Ancha	Permite al abonado acceder a los servicios de banda ancha. Capacidad para 16 abonados.

En la siguiente figura se muestra el bastidor maestro (HAB) y bastidor extendido (HABF):

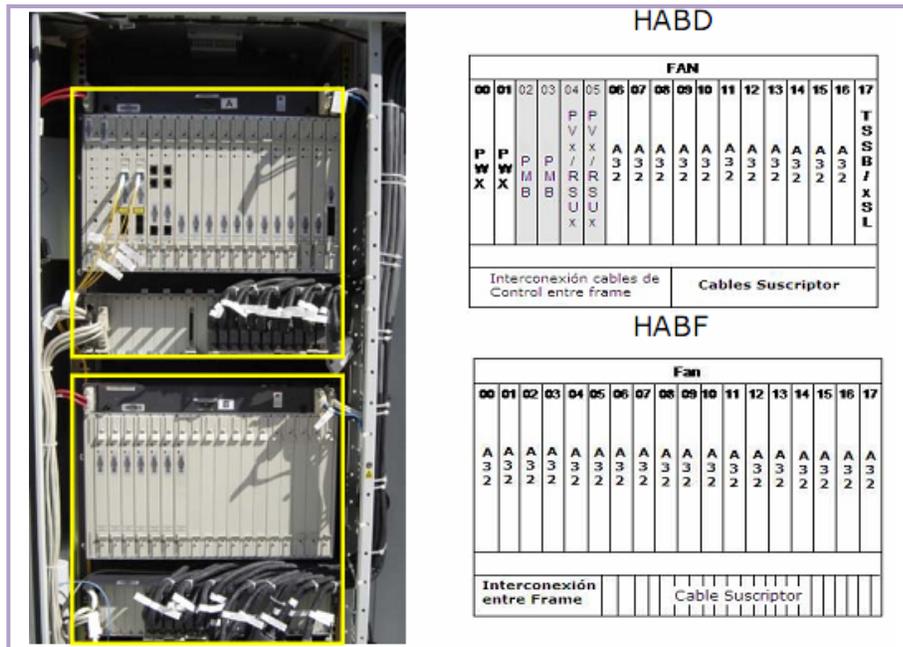


Figura 4.16: Distribución interna de los Frame.
Fuente: Manual de instalación UA5000.

4.4.2 Nodo de acceso Clarines.

Para Clarines que posee esta central analógica que para nuestros tiempos está prácticamente en desuso, se requiere actualizarla con el fin de que los clientes disfruten de un mejor servicio, expuesto esto, se propone instalar un nodo NGN de tipo Huawei / Honet ONU FO1D1000 como equipo ideal para este poblado ya que cuenta con 1312 abonados y servicios de nueva generación, los cuales, vendrán a satisfacer la demanda de estos, además que es un equipo adecuado ya que funciona con fibra óptica como medio de transmisión y según el proyecto OPSUT – CANTV se instalará una

red de fibra que pasará por este lugar, junto con un nodo de destino (de tipo acceso).

4.4.2.1 Nodo NGN Outdoor ONU-F01D1000.

Es un equipo acceso de alta densidad, que posee 1312 abonados y se instala a la intemperie. Soporta un ancho espectro de banda limitada y banda ancha, esto supone que puede suministrar servicio de telefonía regular, se integra a la red digital y servicio de internet. Es prácticamente igual al ONU FO1D500, en cuanto a características, servicios e interconexión, así que para conocer estas solo basta revisar lo antes expuesto acerca de este equipo NGN. Es de acceso outdoor, posee servicios de banda ancha y banda limitada, servicios en varios tipos de red.

- **Diferencias entre el ONU F01D5000 y ONU F01D1000.** Las diferencias entre esos equipos no son muchas ya que son muy similares puesto que el D100 es una extensión del D500; el D1000 posee 3 frames, es decir, que tiene un frame extendido adicional y las baterías están en la parte inferior, tiene las mismas características que el D500 en cuanto a abundancia de puertos, tarjetas de servicio, modo flexible de configuración de red, así como, fácil instalación y mantenimiento.
- **Estructura interna ONU F01D1000.** Es similar al nodo D500 exteriormente, la diferencia se encuentra en la vista interna donde podemos notar el frame extendido a la izquierda y en banco de baterías en el fondo.



Figura 4.17: Vista interna del nodo.
Fuente: Manual de instalación UA5000.

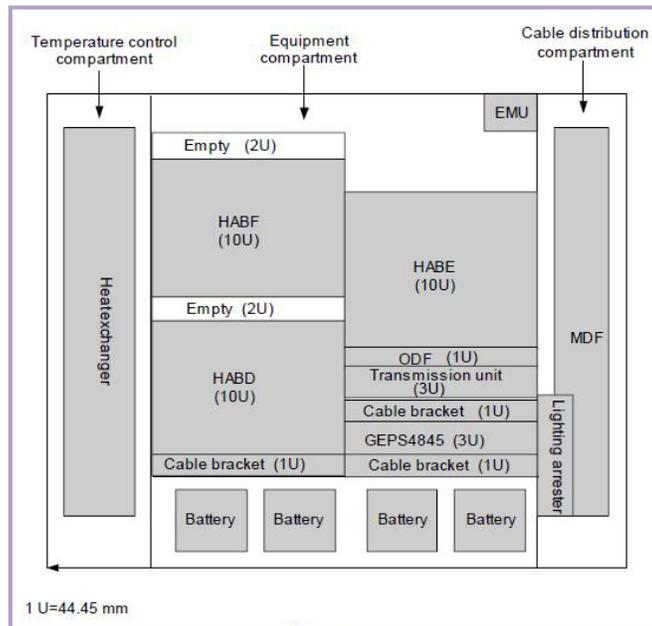


Figura 4.18: Estructura interna del ONU-F01D1000.
Fuente: Manual de instalación UA5000.

Tabla 4.11: Dimensiones del equipo Outdoor.
Fuente: Manual de instalación UA 5000.

Gabinete	Dimensiones (Ancho x Profundo x Altura, en mm)
ONU-F01D1000	1900x 550 x 1650

Tabla 4.12: Capacidad del equipo Outdoor
Fuente: Manual de instalación UA 5000.

Modelo	Tipo	Configuración de frames	Capacidad máxima de puertos		
			Sólo POTS	Sólo ADSL	Combo POTS y ADSL
ONU-F01D1000	Outdoor, acceso frontal	1 HABD + 1HABF + 1HABF	1408	1408	704

4.4.3 Nodo Secundario Puerto Píritu.

La central de Puerto Píritu posee una tecnología NGN que permitirá interconectar los nodos de El Alambre y Puerto Píritu con el resto de la red que va hacia Barcelona. La planta física ya está actualizada con una Mini UMG 8900 y una central Neax; estos equipos permiten una comunicación a través de fibra, además, en Puerto Píritu se encuentra una red Metro Ethernet basada en un anillo de acceso que se interconecta a través de un switch de cabecera al Backbone IP, los cuales se enrutan entre si. Por lo que la planta física (nodo secundario) ya esta en existencia para esta población.

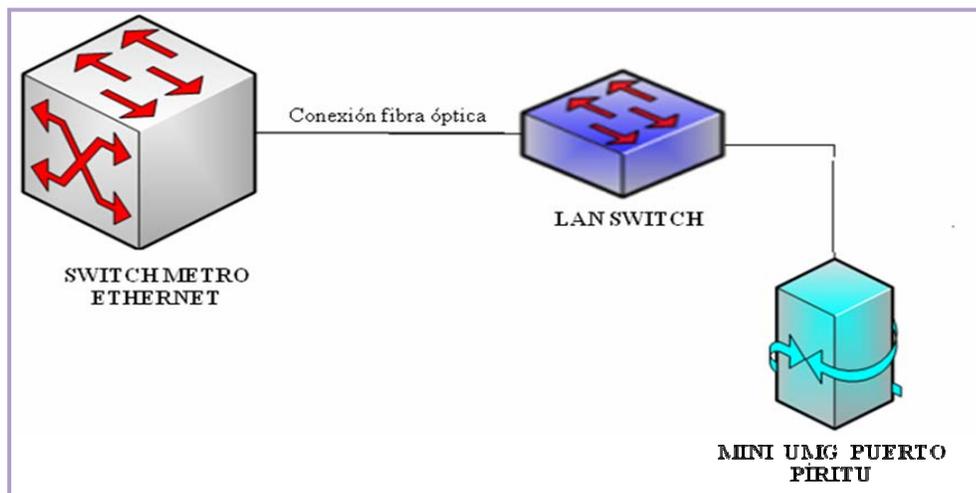


Figura 4.19: Red Metro Ethernet Puerto Píritu.
Fuente: Archivos de la empresa.

4.4.5 Medio de transmisión:

Este proyecto permite la creación de una infraestructura con visión a largo plazo, por lo cual, el despliegue de dicha red necesitará la instalación de fibra óptica de canalización subterránea como medio de transmisión. Las exigencias CANTV – OPSUT expresan que bajo ninguna circunstancia se aceptaran soluciones satelitales o de radioenlaces salvo carácter provisional o condiciones especiales. El proyecto CANTV – OPSUT contempla conectar la población de El Alambre con Clarines y esta a su vez con Puerto Píritu, sabiendo que con Puerto Píritu existe una Metro Ethernet, interconectar los poblados de la manera anterior tiene ciertas desventajas en cuanto a que no se aprovecharía la Metro ni el Backbone IP de Puerto La Cruz de la mejor manera y en su totalidad, por ende, se propone conectar El Alambre y Clarines con Puerto Píritu con medios separados y sin tener que pasar por nodos intermedios para llegar a la Metro, de esta forma se aprovecharía los beneficios de interconexión que ofrece la misma.

En la siguiente figura se muestra la red proyectada por CANTV – OPSUT:

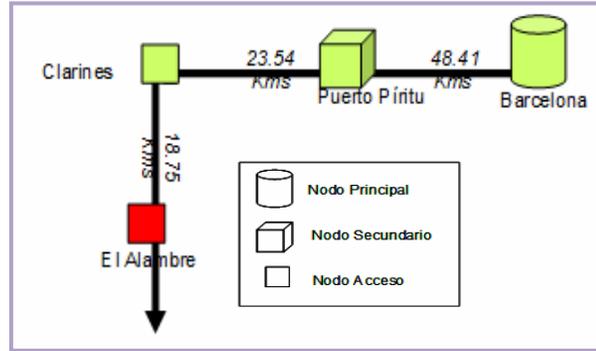


Figura 4.20: Topología física de la red (Parte del tramo 9).
Fuente: Archivos CANTV – OPSUT.

El cable de fibra óptica a utilizar para este proyecto es monomodo de alta calidad, con calificación de aplicación “para instalación en canalización”. El tipo de fibra óptica a instalar dependerá del tramo, de acuerdo a lo indicado en la tabla 4.13. Se calculará un 5% mínimo de exceso (distancia óptica) sobre la distancia de canalización para reservas en cámaras de registro, accesos, entre otros.

Tabla 4.13: Cantidad y tipo de fibra óptica por tramo de la Red.
Fuente: Archivos OPSUT – CANTV.

Tramo	Nodo de origen	Nodo de destino	Distancia (km)	Fibras G.652	Fibras G.655	Total de fibras
1	La Fría	Paraguaipoa	517,21	24	12	36
1	La Fría	San Cristóbal	61,26	24	24	48
2	La Fría	Flor de Patria	343,36	24	24	48
2	Flor de Patria	Carora	132,17	24	12	36
3	Flor de Patria	Araure	333,56	24	24	48
4	Araure	Mantecal	351,41	24	12	36
5	Araure	El Tigre	626,58	24	24	48

Continuación Tabla 4.13

6	La Galera	Apurito	208,04	24	-	24
7a	Dos Caminos	San Fernando de Apure	209,69	24	12	36
7b	San Fernando de Apure	Puerto Ayacucho	306,20	12	12	24
7c	Camaguán	Cazorla	93,55	12	12	24
8	Dos Caminos	Caracas (La Urbina)	198,58	24	24	48
9	Caracas (La Urbina)	Barcelona	338,44	24	12	36
10	Chaguaramas	Caicara	223,10	24	-	24
11	Clarines	Ciudad Bolívar	333,59	24	12	36
12	Pariaguan	Mapire	157,68	12	-	12
13	La Viuda	Carúpano	373,96	24	12	36
13	Carúpano	Quebrada de las Rojas	42,13	24	-	24
13	Quebrada de las Rojas	Río Caribe	40,51	12	-	12
14	Quebrada de las Rojas	Río Salado	102,12	12	-	12
15	Barquisimeto	Coro	278,83	24	12	36
15	El Porvenir	Aguada Grande	16,30	12	-	12
15	La Cruz de Taratara	San Luis	30,48	12	-	12
16a	Ciudad Bolívar	Caicara	352,24	12	12	24
16b	Caicara	El Burro	276,16	12	12	24
17a	San Fernando	Achaguas	90,4	12	12	24
17b	Achaguas	Mantecal	132,53	12	12	24
17c	Mantecal	San Cristóbal	438,64	12	12	24

En la siguiente figura expone la propuesta de interconexión para este mismo tramo de red:

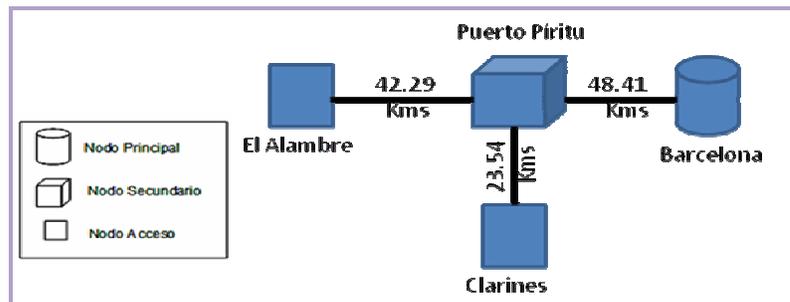


Figura 4.21: Topología física de la red propuesta.
Fuente: Propia.

La mayoría de los nodos NGN instalados en el estado Anzoátegui utilizan fibra monomodo de alta calidad de 48 hilos por lo que para esta propuesta se escogió utilizar este mismo tipo de fibra para la interconexión entre los nodos y la central de Puerto Píritu, ya que se posee experiencia reconocida con la utilización de este tipo de fibra de canalización subterránea, es conveniente elegir este medio de transmisión para la construcción de la red propuesta.

4.5 Establecer la estructura de la red propuesta para el tramo de red.

La red presentada proyecta la instalación de una red que se orienta principalmente al servicio de voz, servicios de video e internet, lo cual orienta la tecnología a utilizar hacia el concepto IMS (IP Multimedia Subsystem) con una infraestructura basada en servicios multiacceso de última generación. La red propuesta para este tramo del proyecto CANTV – OPSUT ofrecerá una solución viable a los problemas de interconexión que desde hace varios años están afectando las comunicaciones en dichos lugares además que amplía y mejora la red IP que existe en Puerto Píritu y por consecuencia beneficia la interconexión de las redes para el resto del estado, esta alternativa nos muestra una buena opción ya que aprovecha la Metro Ethernet de Puerto

Píritu haciendo mas rápida la comunicación de dichos nodos con esta central y en cuanto a la fibra, al usar la propuesta se crea una red mas robusta en cuanto a fibra que permitirá su ampliación en un futuro para las poblaciones cercanas al Alambre y Clarines; esta red se amolda a los requerimientos básicos de la empresa que posee experiencia con el trabajo en este tipo de fibra monomodo lo cual facilitaría el manejo de la misma. Entonces, es importante mostrar como estará estructurada la red futura de este tramo, la cual podemos observar en la siguiente figura:

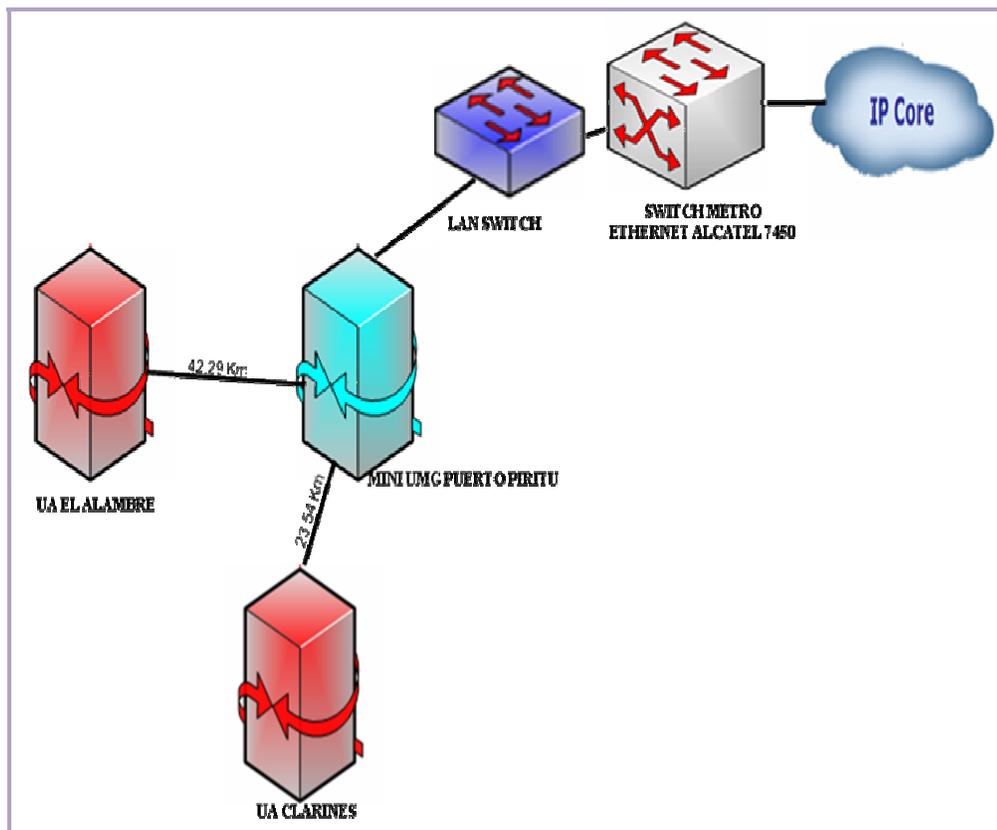


Figura 4.22: Visión de la red futura.
Fuente: Propia.

4.5.1 Cómputos métricos de mano de obra y plan de inversión:

Para la implantación de esta obra de un tramo de 42.90 Km se necesitan prever ciertas características que serán parte de la construcción de la planta física; para la red de fibra proyectada para El Alambre se necesita lo siguiente:

Tabla 4.14: Cómputos métricos de mano de obra El Alambre
Fuente: Archivos de la empresa

Descripción	Cantidad Proyectada	Und
Canalización		
Escarificado capa de asfalto, profundidad 7cm	44000	M2
Excavación manual del terreno	100	M3
Excavación mecánica del terreno	100	M3
Excavación con zanjadora en vía interurbana	44000	M
Instalación de tubería HG 1x1	540	M
Colocar hasta 2 subductos en zanja con envoltura de concreto.	48,400	M
Bote de tierra sobrante	5280	M3
Capa asfáltica hasta 10cm	17600	M2
Suministro y colocación de manto Geotextil	44000	M
Señalización de Hito en vialidad	9	U
Concreto 210 kg/m2 vibrado	5280	M3
Fibra Óptica		
Instalar eslabón (Pigtail)	96	U
Instalar equipo terminal de fibra óptica (ODF)	2	U
Redes de Fibra Óptica Subterránea		
Tender cable de fibra óptica por método soplado	44150	U
Empalme por fusión de fibra óptica nueva	438	U
Cierre de manga para fibra óptica	9	U
Redes Subterráneas		
Instalar cable en canalización lateral	20	M
Tanques y Tanquillas		
Construcción de tanquilla	8	U
Sellar marco y tapa	9	U

El plan financiero relacionado con la construcción de la obra es el que sigue:

Tabla 4.15: Plan de inversión El Alambre
Fuente: Archivos de la empresa

Actividades	Costo Mano de Obra (Bs)
Canalización	18980169.45
Tanques y Tanquillas	29875.30
Fibra Óptica	40965.60
Redes Subterráneas	315.12
Redes de Fibra Óptica Subterráneas	265094.71
Sub totales	19316420.18
Materiales Contratista	74484.42
Monto p/preparar Orden Servicio	19316420.18
Materiales Suministro por CANTV	
Fibra Óptica	682513.42
Subtotal Materiales Suministro	682513.42
Misceláneos	10000
Total Proyectado para solicitar Elemento PEP	20083418.02

Para el caso de la implantación de esta obra en Clarines que es un tramo de 23.54 Km aplican estas mismas características que serán parte de la construcción de la planta física; para la red de fibra proyectada en este tramo para se necesita lo siguiente:

Tabla 4.16: Cómputos Métricos de Mano de Obra Clarines.
Fuente: Archivos de la empresa.

Descripción	Cantidad Proyectada	Und
Canalización		
Escarificado capa de asfalto, profundidad 7cm	24000	M2
Excavación manual del terreno	50	M3
Excavación mecánica del terreno	50	M3
Excavación con zanjadora en vía interurbana	24000	M
Instalación de tubería HG 1x1	300	M
Colocar hasta 2 subductos en zanja con envoltura de concreto.	26400	M
Bote de tierra sobrante	2880	M3
Capa asfáltica hasta 10cm	9600	M2
Suministro y colocación de manto Geotextil	24000	M
Señalización de Hito en vialidad	5	U
Concreto 210 kg/m2 vibrado	2880	M3
Fibra Óptica		
Instalar eslabón (Pigtail)	48	U
Instalar equipo terminal de fibra óptica (ODF)	2	U
Redes de Fibra Óptica Subterránea		
Tender cable de fibra óptica por método soplado	24082	M
Empalme por fusión de fibra óptica nueva	246	U
Cierre de manga para fibra óptica	5	U
Redes Subterráneas		
Instalar cable en canalización lateral	11	M
Tanques y Tanquillas		
Construcción de tanquilla	4	U
Sellar marco y tapa	5	U

El plan de inversión relacionado con la construcción de la obra en Clarines es el que sigue:

Tabla 4.18: Plan de inversión Clarines.
Fuente: Archivos de la empresa.

Actividades	Costo Mano de Obra (Bs)
Canalización	9514403.5
Tanques y Tanquillas	14998.9
Fibra Óptica	20797.92
Redes Subterráneas	173.32
Redes de Fibra Óptica Subterráneas	2769.38
Sub totales	9553143.02
Materiales Contratista	40801.54
Monto p/preparar Orden Servicio	9593944.56
Materiales Suministro por CANTV	
Fibra Óptica	377346.58
Subtotal Materiales Suministro	377346.58
Misceláneos	6000
Total Proyectado para solicitar Elemento PEP	9936489.60

CONCLUSIONES

- Las poblaciones de El Alambre – Clarines – Puerto Píritu son centros poblados con tecnología pobre de nueva generación por lo que requieren una pronta actualización para satisfacer la creciente demanda de servicios en dichos lugares. La realización del proyecto permitirá que la red de transporte actual en las poblaciones El Alambre – Clarines – Puerto Píritu se transforme en una red de nueva generación (NGN) para la convergencia de tráfico de voz, datos y video.
- La tecnología existente en estas poblaciones necesita ser modernizada sobre todo en el caso del El Alambre y Clarines; en Puerto Píritu existe un nodo NGN que provee la correcta conectividad que se necesita para los datos que ha de transportar la red.
- Los equipos a instalar permitirán la ampliación de la red que reúne una serie de características como eficiencia, escalabilidad, alto nivel de seguridad y flexibilidad para garantizar una red confiable. Ello constituye un logro importante al momento de expansiones en la demanda de servicios como son los de datos y video.
- El despliegue de la red propuesta brindará la mejor interconexión y los servicios de nueva generación harán de la red una infraestructura de vanguardia. Las redes de fibra óptica proveen una gran ventaja a la hora de transportar datos de voz y video debido a que por sus características pueden alcanzar grandes velocidades y seguridad en la transmisión de los mismos, la fibra es el medio ideal para la creación de plataformas estables.

RECOMENDACIONES

- Brindar adiestramiento a los trabajadores en el área de telecomunicaciones, para la inspección y mantenimiento de la fibra óptica.
- Es necesario contar con los equipos y el personal entrenado para determinar fallas en la red en casos de emergencias (rupturas de fibra, fallas en los equipos, entre otros).
- Al finalizar las instalaciones en cada nodo de nueva generación se deben de realizar las pruebas que sean necesarias para el chequeo del buen funcionamiento de los equipos, haciendo énfasis en aquellas pruebas donde se establezcan el buen funcionamiento de los protocolos que manejan los sistemas instalados.

BIBLIOGRAFÍA

- Patiño, M. **“Diseño de una red de fibra óptica para la transmisión de voz y datos entre las oficinas comerciales ubicadas en la ciudad de Cumaná y la sede principal de una empresa de electricidad, zona Sucre – Cumaná”**. Trabajo de grado, Universidad de Oriente, Puerto La Cruz. (2004).
- Call, R. **“Diseño de interconexión de servicios de información a la red multiprotocolo de fibra óptica Corpoven, Norte Monagas”**. Trabajo de grado, Universidad de Oriente, Puerto La Cruz (1998).
- Gil, N. **“Propuesta de actualización para las centrales analógicas móviles Hitachi a NGN en la empresa CANTV”**. Trabajo de Grado, Universidad de Oriente, Puerto La Cruz (2009).
- **“Textos Científicos Online”**.
<http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica> (Enero 2010).
- **“Tutorial de comunicaciones ópticas”**. Universidad de Valladolid. Dpto. de Teoría de la Señal y Comunicaciones e Ingeniería Telemática. Disponible en:
http://nemesis.tel.uva.es/images/tCO/contenidos/tema2/tema2_1_1.htm. (Enero 2010).
- Chávez, F. **“Seminario de fibra óptica”**. Manual del participante, Universidad Católica Andrés Bello (2001).

- López, O. “**Conceptos básicos de fibra óptica**”. Grupo Fracarro – Manual CANTV (2003).

- Manual CANTV. “**Arquitecturas de redes y plataformas de servicios CANTV**” (Diciembre 2006).

- Manual CANTV. “**Red Interurbana de Fibra Óptica**” (2003).

- Manual CANTV. “**Octavo Proyecto de Servicio Universal de Telecomunicaciones**”. Red Nacional de Transporte (Septiembre 2009).

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

TÍTULO	Propuesta de mejora de la red de transporte CANTV en el estado Anzoátegui del tramo comprendido entre las poblaciones El Alambre –Clarines – Puerto Píritu
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
Cortez O., Indira	CVLAC: 17.434.797 E MAIL: <u>aridni_7@hotmail.com</u>
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

red de transporte
nodos de nueva generación
fibra óptica

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÁREA	SUBÁREA
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería Eléctrica

RESUMEN (ABSTRACT):

La empresa de telecomunicaciones CANTV posee una red de transmisión tanto por fibra óptica como por microondas; en el caso específico de fibra óptica en el país se han instalado 5796 kilómetros de planta física de ésta para corresponder a la demanda de servicios de la nación. Las redes de fibra óptica son ampliamente utilizadas para comunicación a larga distancia, sin necesidad de utilizar repetidores para recuperar la señal; son un modelo de red que permite satisfacer las nuevas y crecientes necesidades de capacidad de transmisión y seguridad demandada por las empresas operadoras de telecomunicaciones. Con el Octavo Proyecto de Servicio Universal de Telecomunicaciones (OPSUT) de la empresa CANTV se plantea la realización, instalación, operación y mantenimiento de la infraestructura necesaria para la prestación de servicios de comunicaciones de banda ancha en el ámbito geográfico nacional. El propósito principal de esta propuesta es mejorar la red de transporte en el tramo El Alambre – Clarines – Puerto Píritu con la finalidad de lograr una plataforma que mejore y aumente los servicios de voz, enlaces de datos de baja y alta velocidad, video, entre otros. De esta manera se quiere obtener una infraestructura capaz de soportar las exigencias del crecimiento de la empresa en el área,

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
	ROL	CA	AS _x	TU	JU
Hernández, Eulogio	CVLAC:	8.337.457			
	E_MAIL	<u>hernandez.eulogio@gmail.com</u>			
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Aguilera, Julio	ROL	CA	AS	TU _x	JU
	CVLAC:	5.193.869			
	E_MAIL	<u>jagui2@cantv.com.ve</u>			
	E_MAIL				
Peña, José	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:	8.021.584			
	E_MAIL	<u>penajb@gmail.com</u>			
	E_MAIL				
Serrano, Enrique	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:	2.938.637			
	E_MAIL				
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2010	07	22
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:
ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS.PROPUESTA DE MEJORA RED CANTV EN ANZOATEGUI.doc	Aplicación/msword

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H
I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v
w x y z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

ALCANCE

ESPACIAL: Departamento de Conmutación Anzoátegui CANTV
(OPCIONAL)

TEMPORAL: 6 Meses (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniero Electricista

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pre – grado

ÁREA DE ESTUDIO:

Departamento de Electricidad

INSTITUCIÓN:

Universidad de Oriente-Núcleo Anzoátegui

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

DERECHOS

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajo de grado:

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad y solo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización”.

Cortez O., Indira

AUTOR

Prof. Eulogio Hernández

TUTOR

Prof. José B, Peña

JURADO

Prof. Enrique Serrano

JURADO

Prof. Mercado Verena

POR LA SUBCOMISION DE TESIS