

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA



FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Trabajo de grado previo a la obtención
del Título de Ingeniero Electrónico.

**Estudio y diseño de la red de fibra óptica para el transporte de aplicación triple
play en el trayecto Cuenca - Girón – Pasaje**

AUTORES:

Walter Oswaldo Carrion Torres - Diego Fernando Cevallos Cuenca

DIRECTOR:

ING. EDGAR OCHOA FIGUEROA, MGT.

CUENCA, SEPTIEMBRE DE 2011

CERTIFICO

Que el presente proyecto de tesis: *“Estudio y Diseño de la Red de Fibra Óptica para el Transporte de Aplicación Triple Play en el Trayecto Cuenca - Girón - Pasaje”*, realizado por los estudiantes *Walter Oswaldo Carrión Torres* y *Diego Fernando Cevallos Cuenca*, fue dirigido por mi persona.

Ing. Edgar Ochoa Figueroa, MgT.

DIRECTOR

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a nuestros padres, quienes hicieron posible cumplir esta etapa de nuestras vidas obteniendo la titulación universitaria. También expresar inmensa gratitud a los docentes salesianos que día a día nos guiaron en las aulas en la formación profesional y personal, a los funcionarios de la CNT-EP AZUAY que nos colaboraron en la ejecución de este proyecto. Un inmenso agradecimiento a nuestro director de tesis Ing. Edgar Ochoa Figueroa, por ser una guía e impartirnos sus experiencias en el desarrollo de este trabajo de tesis. Además a las empresas CENTROSUR, CNEL EL ORO, CNT-EP EL ORO, ENERJUBONES y TELECOMAUSTRO.

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres, a todos.

WALTER OSWALDO CARRION TORRES.

DEDICATORIA

La concepción de este proyecto está dedicada principalmente a Dios, a mis padres. A Dios por estar siempre a mi lado cuidando y guiando mi camino. A mis padres que han sido el pilar fundamental a lo largo de mi vida, que gracias a su apoyo incondicional y a su entera confianza y entrega he logrado conseguir cada meta programada.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

DIEGO FERNANDO CEVALLOS CUENCA.

DECLARATORIA

Los estudiantes, WALTER OSWALDO CARRION TORRES y DIEGO FERNANDO CEVALLOS CUENCA, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de nuestra autoría, además; que nos ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Walter Oswaldo Carrión Torres

Diego Fernando Cevallos Cuenca

Cuenca, Septiembre de 2011

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICO	II
AGRADECIMIENTOS	III
DEDICATORIA	IV
DEDICATORIA	V
DECLARATORIA.....	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
PREFACIO	XVI
PROLOGO.....	XVII
CAPÍTULO I.....	2
CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA ÓPTICA	2
1.1 INTRODUCCIÓN.....	2
1.2 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO	2
1.3 SISTEMA DE COMUNICACIÓN CON FIBRA ÓPTICA	3
1.4 TIPOS DE FIBRA ÓPTICA	4
1.4.1 Según su fabricación	5
1.5 PROPAGACIÓN DE LA LUZ	5
1.5.1 Propagación de la luz a través de una fibra óptica.....	7
1.6 CONFIGURACIONES DE LA FIBRA ÓPTICA	8
1.6.1 Monomodo de índice escalonado.....	9
1.6.2 Fibra multimodo.....	10
1.7 ÁNGULO Y CONO DE ACEPTACIÓN	11

1.8	PÉRDIDAS EN LA FIBRA ÓPTICA.....	13
1.9	FUENTES LUMINOSAS Y ÓPTICAS.....	14
1.9.1	Fuentes luminosas	14
1.9.2	Fuentes ópticas	14
1.10	DETECTORES	15
1.11	FUNCIONAMIENTO DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA.....	16
1.11.1	Red Troncal.....	16
1.11.2	Red de Acceso.....	17
1.12	APLICACIONES, VENTAJAS Y DESVENTAJAS.....	18
1.13	TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES DE FIBRA ÓPTICA	19
1.13.1	Análisis de las características de los diferentes tipos de cable de fibra óptica	19
1.14	NORMAS Y RECOMENDACIONES PARA EL TENDIDO DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA.	21
1.14.1	Recomendaciones de la UIT	21
1.14.2	Normativa de CNT-EP en Ecuador.....	21
CAPÍTULO II		23
MODALIDAD DE DISEÑO DE UNA RED MEDIANTE FIBRA ÓPTICA		23
2.1	LA FIBRA ÓPTICA COMO MEDIO DE TRANSMISIÓN.....	23
2.1.1	Importancia de las redes de fibra óptica en el mundo.....	23
2.1.2	Red de fibra óptica como soporte para servicios triple play y prestaciones adicionales.....	25
2.1.3	Aporte integral de la red para la cobertura de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones en el Ecuador	26
2.2	ANÁLISIS TOPOGRÁFICO DE LA REGIÓN	27
2.3	DENSIDAD POBLACIONAL DE LOS SECTORES DE COBERTURA DE LA RED	31

2.4	EXPLORACIÓN DE TRAYECTOS DEL ENLACE TRONCAL Y DE ACCESO:.....	34
2.5	INFRAESTRUCTURA PARA EL DISEÑO DE LA RED	39
2.5.1	Infraestructura existente	39
2.5.2	Infraestructura proyectada.....	39
2.6	TOPOLOGÍA DE LA RED DE CNT-EP EN LA REGIÓN	40
2.6.1	Proyecto de expansión de red de CNT-EP El Oro	41
CAPÍTULO III.....		44
DISEÑO DE LA RED MEDIANTE FIBRA ÓPTICA PARA APLICACIÓN TRIPLE PLAY.....		44
3.1	SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES SOBRE FIBRA ÓPTICA PARA APLICACIÓN TRIPLE PLAY	44
3.1.1	Paquete triple play	44
3.1.2	Proyección de servicios adicionales.....	46
3.2	CÁLCULOS Y PROYECCIÓN DEL TRÁFICO DE LAS POBLACIONES	46
3.2.1	Capacidad de radioenlaces actuales en la red CNT-EP Azuay	46
3.2.2	Proyección de la demanda de CNT-EP-Azuay	47
3.2.3	Índices de penetración de servicios triple play	49
3.2.4	Parámetros de cálculo de tráfico de servicios triple play.....	49
3.2.5	Tráfico en puntos de acceso	56
3.2.6	Tráfico en puntos terminales.....	62
3.2.7	Jerarquía digital para aplicación triple play	68
3.3	INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS A UTILIZAR.....	69
3.4	DETERMINACIÓN DEL ENLACE	70
3.4.1	Enlace troncal.....	71
3.4.2	Enlaces de acceso.....	84
3.5	TOPOLOGÍA DE LA RED	111

3.5.1	Centrales, nodos y empalmes, reservas.....	112
3.6	PLANIMETRÍA PARA LA INSERCIÓN DE LA RED.....	113
3.7	MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO.....	114
3.7.1	Mantenimiento Preventivo	114
3.7.2	Mantenimiento Correctivo	115
3.8	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	115
3.8.1	Análisis de costos.....	115
3.8.2	Obra civil.....	116
3.8.3	Ingresos	117
3.9	ENFOQUE SOCIAL DE LA RED	119
CAPÍTULO IV.....		122
RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		122
4.1	RESUMEN.....	122
4.2	CONCLUSIONES.....	122
4.3	RECOMENDACIONES	124
BIBLIOGRAFÍA		126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 <i>Espectro electromagnético (escala logarítmica)</i>	3
Figura 1.2 (a) <i>Constitución de la fibra óptica</i> (b) <i>Cable óptico de seis fibras</i>	4
Figura 1.3 <i>Ley de Snell</i>	6
Figura 1.4 (a) <i>Refracción por ángulo crítico</i> (b) <i>Reflexión de rayos</i>	7
Figura 1.5 <i>Perfiles de índice</i>	8
Figura 1.6 <i>Fibra monomodo índice escalonado</i>	9
Figura 1.7 <i>Ángulo de aceptación de la fibra monomodo</i>	9
Figura 1.8 <i>Ángulo de trayectorias de la fibra multimodo de índice escalonado</i>	11
Figura 1.9 <i>Fibra multimodo de índice gradual</i>	11
Figura 1.10 <i>Ángulo de aceptación y cono de aceptación</i>	12
Figura 1.11 <i>Modelo de un láser normal</i>	15
Figura 1.12 (a) <i>Estructura de fotodiodo PIN</i> (b) <i>Estructura de fotodiodo APD</i>	16
Figura 1.13 <i>Red Troncal</i>	17
Figura 1.14 <i>Red de acceso en una red troncal</i>	18
Figura 1.15 (a) <i>Cable ADSS</i> . (b) <i>Cable Figura 8</i> . (c) <i>Cable OPGW</i> (Fuente: (a)y(b) ARC Electronics, 2010 [3]).....	20
Figura 2.1 <i>Red mundial de fibra óptica. (Fuente: WEB AYUNATE, 2010 [4])</i>	24
Figura 2.2 <i>Cable Panamericano PaNAM. (Fuente: CONATEL, 2008 [5])</i>	25
Figura 2.3 <i>Red de fibra óptica de Transelectric empleada por CNT-EP. (Fuente: TRANSELECTRIC, 2010 [6])</i>	27
Figura 2.4 <i>Mapa político de la provincia del Azuay. (Fuente: INEC, 2001 [7])</i>	28
Figura 2.5 <i>Mapa político de la provincia de El Oro. (Fuente: INEC, 2001 [8])</i>	30
Figura 2.6 <i>Redes de distribución eléctrica y líneas de subtransmisión 69KV</i>	35
Figura 2.7 <i>Ubicación geográfica del proyecto Enerjubones (Fuente: ENERJUBONES, 2011 [9])</i>	36
Figura 2.8 <i>Red Actual de Transelectric en la región. (Fuente: TRANSELECTRIC, 2010 [10])</i>	37

Figura 2. 9 <i>Línea de transmisión entre centrales La Unión y Minas.</i> (Fuente: ENERJUBONES, 2011)	38
Figura 2.10 <i>Red proyectada de Transelectric en la región.</i> (Fuente: ENERJUBONES, 2011)	38
Figura 2. 11 <i>Topología actual de la red de CNT-EP Azuay en la región.</i>	40
Figura 2. 12 <i>Proyección de la red de CNT-EP El Oro</i>	41
Figura 2.13 <i>Proyección de la red para CNT-EP</i>	42
Figura 3.1 <i>Header de ATM Ruteado</i> (Fuente: Lairent, 2008 [12])	53
Figura 3.2 <i>Header de ATM Bridgeado</i> (Fuente: Lairent, 2008 [12])	53
Figura 3.3 <i>Demanda VoIP</i>	57
Figura 3.4 <i>Demanda CaTV</i>	58
Figura 3.5 <i>Demanda Datos</i>	59
Figura 3.6 <i>Demanda de planes de Datos</i>	59
Figura 3.7 <i>Población familiar de 2010,2020 y 2030 del Azuay y de El Oro.</i>	63
Figura 3.8 <i>Demanda provincial de VoIP.</i>	64
Figura 3. 9 <i>Demanda provincial de CaTV.</i>	65
Figura 3.10 <i>Demanda provincial de Datos.</i>	66
Figura 3. 11 <i>Vista CAD de red de fibra óptica Cuenca - Girón - Pasaje</i>	71
Figura 3.12 <i>Topología de la red de fibra óptica</i>	111
Figura 3.13 <i>Topología de gestión por ADM de la red de fibra óptica</i>	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 <i>Datos de la provincia del Azuay. (Fuente: INEC, 2001 [7])</i>	28
Tabla 2.2 <i>Información de las centrales de CNT-EP en Azuay. (Fuente: CNT-EP, 2011)</i>	29
Tabla 2. 3 <i>Datos de la provincia de El Oro. (Fuente: INEC, 2001 [8])</i>	30
Tabla 2.4 <i>Población de la provincia del Azuay. (Fuente: INEC, 2001 [11])</i>	31
Tabla 2.5 <i>Población de la provincia de El Oro. (Fuente: INEC, 2001 [11])</i>	32
Tabla 2.6 <i>Determinación del índice poblacional para 10 años de las provincias del Azuay y de El Oro.</i>	32
Tabla 2.7 <i>Proyección de población de la provincia del Azuay 2020 y 2030.</i>	33
Tabla 2.8 <i>Proyección de población de la provincia de El Oro 2020 y 2030</i>	34
Tabla 3.1 <i>Formato de video para TV (Fuente: Ochoa, 2008 [13])</i>	45
Tabla 3.2 <i>Tarifas de Internet de CNT (Fuente: CNT-EP, 2010)</i>	45
Tabla 3. 3 <i>Capacidades actuales por radio para la zona sur del país (Fuente: CNT-EP Azuay, 2010)</i>	47
Tabla 3. 4 <i>Población por sectores a dar servicio triple play los años 2010, 2020 y 2030 (Fuente: INEC, 2010)</i>	48
Tabla 3.5 <i>Índices de penetración años 2010, 2020 y 2030</i>	49
Tabla 3.6 <i>MOS (Fuente: Ochoa, 2008 [13])</i>	50
Tabla 3. 7 <i>Codec G.729 (Fuente: Ochoa, 2008 [13])</i>	51
Tabla 3.8 <i>Longitud de paquete (Fuente: Larent, 2008 [12])</i>	52
Tabla 3. 9 <i>Etiqueta MPLS (Fuente: Ochoa, 2008 [13])</i>	52
Tabla 3. 10 <i>Factor de supresión de silencios (Fuente: Ochoa, 2008 [13])</i>	52
Tabla 3.11 <i>RTCP (Fuente: Ochoa, 2008 [13])</i>	52
Tabla 3.12 <i>Cálculo de la longitud del paquete (Fuente: Ochoa, 2008 [13])</i>	54
Tabla 3.13 <i>Cálculo de tasa de tráfico ATM Ruteado</i>	54
Tabla 3. 14 <i>Cálculo de tasa de tráfico para VoIP</i>	55
Tabla 3.15 <i>Tasa máxima para CaTV</i>	55
Tabla 3.16 <i>Tráfico de internet (datos) para las diferentes tarifas</i>	56

Tabla 3.17 <i>Demanda de Voz IP</i>	56
Tabla 3.18 <i>Demanda de CaTV</i>	57
Tabla 3. 19 <i>Demanda de Datos</i>	58
Tabla 3.20 <i>Demanda de Datos de los diferentes planes</i>	59
Tabla 3. 21 <i>Trafico de VoIP</i>	60
Tabla 3.22 <i>Trafico de CaTV</i>	60
Tabla 3. 23 <i>Trafico Datos 2010</i>	61
Tabla 3.24 <i>Trafico Datos 2020</i>	61
Tabla 3.25 <i>Tráfico Datos 2030</i>	61
Tabla 3. 26 <i>Tráfico Total de cada Central 2010, 2020 y 2030</i>	62
Tabla 3.27 <i>Población familiar de 2010,2020 y 2030 del Azuay y de El Oro</i>	62
Tabla 3. 28 <i>Demanda provincial de VoIP</i>	63
Tabla 3. 29 <i>Demanda provincial de CaTV</i>	64
Tabla 3. 30 <i>Demanda provincial de Datos.</i>	65
Tabla 3. 31 <i>Tráfico provincial de Voz IP</i>	66
Tabla 3.32 <i>Tráfico de Datos en el año 2010</i>	67
Tabla 3.33 <i>Tráfico de Datos en el año 2020</i>	67
Tabla 3.34 <i>Tráfico de Datos en el año 2030</i>	67
Tabla 3.35 <i>Tráfico provincial de los años 2010, 2020 y 2030</i>	67
Tabla 3.36 <i>Velocidad de transmisión SDH (Fuente: Ochoa, 2008 [13])</i>	68
Tabla 3. 37 <i>Asignación de ADM</i>	70
Tabla 3. 38 <i>Datos de tramo troncal 01</i>	72
Tabla 3.39 <i>Datos de tramo troncal 02</i>	73
Tabla 3.40 <i>Datos de tramo troncal 03</i>	74
Tabla 3. 41 <i>Datos de tramo troncal 04</i>	75
Tabla 3.42 <i>Datos de tramo troncal 05</i>	76
Tabla 3. 43 <i>Datos de tramo troncal 06</i>	77
Tabla 3. 44 <i>Datos de tramo troncal 07</i>	78
Tabla 3.45 <i>Datos de tramo troncal 08</i>	79
Tabla 3.46 <i>Datos de tramo troncal 09</i>	80
Tabla 3.47 <i>Datos de tramo troncal 10</i>	81
Tabla 3.48 <i>Datos de tramo troncal 11</i>	82
Tabla 3.49 <i>Datos globales de tramos troncales</i>	83
Tabla 3.50 <i>Datos de tramo de acceso 01</i>	85

Tabla 3. 51 <i>Datos de tramo de acceso 02</i>	86
Tabla 3.52 <i>Datos de tramo de acceso 03</i>	87
Tabla 3. 53 <i>Datos de tramo de acceso 04</i>	88
Tabla 3. 54 <i>Datos de tramo de acceso 05</i>	89
Tabla 3. 55 <i>Datos de tramo de acceso 06</i>	90
Tabla 3. 56 <i>Datos de tramo de acceso 07</i>	91
Tabla 3. 57 <i>Datos de tramo de acceso 08</i>	92
Tabla 3.58 <i>Datos de tramo de acceso 09</i>	93
Tabla 3.59 <i>Datos de tramo de acceso 10</i>	94
Tabla 3. 60 <i>Datos de tramo de acceso 11</i>	95
Tabla 3. 61 <i>Datos de tramo de acceso 12</i>	96
Tabla 3.62 <i>Datos de tramo de acceso 13</i>	97
Tabla 3.63 <i>Datos de tramo de acceso 14</i>	98
Tabla 3. 64 <i>Datos de tramo de acceso 15</i>	99
Tabla 3.65 <i>Datos de tramo de acceso 16(1)</i>	100
Tabla 3.66 <i>Datos de tramo de acceso 16(2)</i>	101
Tabla 3.67 <i>Datos de tramo de acceso 17</i>	102
Tabla 3.68 <i>Datos de tramo de acceso 18</i>	103
Tabla 3.69 <i>Datos de tramo de acceso 19</i>	104
Tabla 3.70 <i>Datos de tramo de acceso 20</i>	105
Tabla 3.71 <i>Datos de tramo de acceso 21</i>	106
Tabla 3. 72 <i>Datos de tramo de acceso 22</i>	107
Tabla 3.73 <i>Datos de tramo de acceso 23</i>	108
Tabla 3.74 <i>Datos de tramo de acceso 24</i>	109
Tabla 3.75 <i>Datos globales de tramos de acceso</i>	110
Tabla 3.76 <i>Costos de construcción</i>	116
Tabla 3.77 <i>Periodos de estudio</i>	117
Tabla 3.78 <i>Planes ofertados</i>	117
Tabla 3.79 <i>Costos de planes ofertados</i>	118
Tabla 3.80 <i>Ingresos anuales</i>	119
Tabla 3.81 <i>Ingresos totales</i>	119

PREFACIO

Las redes de fibra óptica en la actualidad constituyen una de las obras más importantes dentro de la ingeniería y que su existencia es ignorada, sin embargo son ampliamente utilizadas. El tendido de estas autopistas de la información es de vital importancia para responder las necesidades que surgen en la actualidad, especialmente en aplicaciones de comunicaciones en diferentes dispositivos electrónicos.

El estudio de una red de este tipo implica conocer y ubicar geográficamente las instalaciones a ser empleadas, que produce discernimiento acerca del trazado y ruta ideal durante la fase de diseño en donde se emplea todos los parámetros técnicos.

La construcción de la red de fibra óptica en el trayecto Cuenca – Girón – Pasaje, permite al Ecuador poseer en su red interna una vía redundante en sus enlaces troncales a nivel nacional, así como brindar el servicio del paquete triple play en la región; la explotación de las redes de fibra óptica en todo el territorio lo realiza CNT-EP.

La contribución social que se genera es evidente en la región y en el país debido a que aporta en áreas como educación, investigación, comercio y economía, comunicación, etc.

PROLOGO

Capítulo 1 Consiste en un detalle de las características de operación de la fibra óptica, brinda un análisis de los tipos de cables disponibles en el mercado, se citan las normas y recomendaciones adicionales que se debe considerar en el estudio de una red con esta tecnología.

Capítulo 2 Expone la importancia y el aporte de una red de fibra óptica. La topografía de la región, la población y la infraestructura existente son los factores predominantes que se detallan durante el estudio en donde es posible tener una mejor visión para optar por la topología idónea a ser insertada.

Capítulo 3 Se ejecuta el cálculo para determinar el tráfico durante los próximos 20 años y garantizar con equipos de gestión de nueva generación los servicios: triple play, agregados y convergencia con las redes existentes. El diseño se lo ejecuta acatando los parámetros establecidos por CNT-EP, además se ajusta un criterio y se genera los datos globales de los materiales en cada uno de los tramos troncales y de acceso exponiendo el costo que abarca el diseño total.

Como emplear este trabajo:

Se puede obviar la parte teórica del proyecto contenida en el capítulo 1. El lector debe poseer el conocimiento y experiencia en redes de planta externa, caso contrario deberá recurrir a las citas nombradas en la sección 1.14. El capítulo 2 comprende la fase de estudio en donde se analiza toda la disponibilidad de infraestructura de las empresas públicas para continuar con el diseño que se observan los resultados del capítulo 3, siendo necesario la exploración sobre el archivo adjunto en formato electrónico denominado *Red_FO_CNT-EP.dwg*, además de ser opcional examinar al documento *Bifurcaciones_FO_CNT-EP.dwg* que posee el detalle de uso de las fibras por código de colores.

CAPÍTULO I

CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA ÓPTICA

1.1 INTRODUCCIÓN

Los medios de comunicación representan la autopista de la información dentro de una sociedad globalizada, en la actualidad estos son diferenciados por sus capacidades y frecuencias de operación, es decir por las garantías que ofrecen quedando desplazado el factor económico. La fibra óptica es el medio de mayores prestaciones por sus características técnicas ya que ha generado una evolución significativa dentro de las telecomunicaciones. Las fibras son filamentos de vidrio compactos de alta pureza, su grosor es equivalente al de un cabello humano.

La comunicación a través de fibra óptica es una técnica de transmisión en donde se emplea una luz invisible (infrarrojo cercano o lejano), que es la portadora de información, puede ser analizado en su trayecto a través de dos métodos que son: campos electromagnéticos mediante las ecuaciones de Maxwell y óptica geométrica o radial.

En este capítulo se desarrollará un estudio de la fibra óptica como un medio de transmisión de datos de larga distancia.

1.2 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Se denomina de esta forma al conjunto de ondas con una longitud λ , que está comprendida a partir de las ondas de radio pasando por las microondas, luminosas, rayos x hasta los gamma. Las ondas luminosas se dividen en infrarrojas, visibles (color) y ultravioleta. El rango dentro del espectro de las ondas infrarrojas empleadas para la transmisión en fibras ópticas son: lejano, medio y cercano.

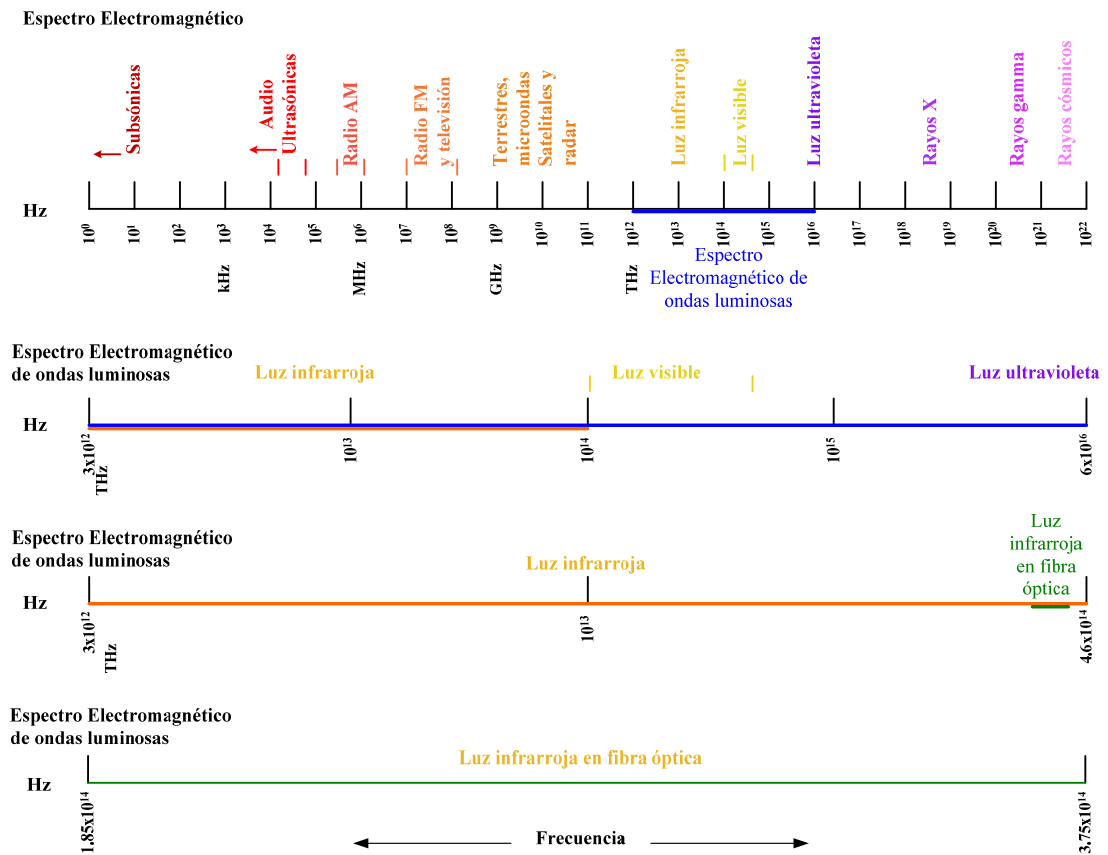


Figura 1.1 Espectro electromagnético (escala logarítmica)

1.3 SISTEMA DE COMUNICACIÓN CON FIBRA ÓPTICA

Un sistema de comunicaciones de fibra óptica comprende de tres módulos para obtener el enlace, estos son: el transmisor, la fibra óptica como medio de transmisión y el receptor.

El transmisor acopla la señal de información a través de una Interfaz Analógica o Digital y sufre un proceso de modulación, luego posee un convertidor de voltaje a corriente que provee de energía a la Fuente de Luz que puede ser un diodo LED o ILD y se activan dependiendo del suministro de la corriente eléctrica y se enlaza con el núcleo de la fibra óptica.

El receptor comprende el acople del fin de núcleo de la fibra con el detector de Luz que puede ser un diodo PIN o APD, los que son sensibles a la luz alterando sus

características como el flujo de la corriente generando una variación cuantificable. Esta corriente de oscuridad conocida así por ser generada en ausencia de la luz es necesario convertirla en señal de voltaje para finalmente cumplir la Interfaz Analógica o Digital realizándose el proceso inverso respecto del transmisor.

1.4 TIPOS DE FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica se encuentra constituida por el núcleo y su revestimiento, ambos poseen índices de refracción diferentes, en donde es mayor en el núcleo.

Para su fabricación se utiliza la arena o sílice, tanto para el núcleo como para el revestimiento, el núcleo es por donde va a pasar la onda de luz.

Puede contar un uno o varios hilos, los cuales están recubiertos de varias capa de material aislante presta protección mecánica, contra humedad y otros riesgos que puedan existir, en su interior constan de conductores de cobre que se utilizan para alimentar repetidores y realizar pruebas los cuales deben estar completamente aislados, además en el eje concéntrico tienen un soporte de acero para obtener mayor resistencia mecánica y finalmente en su exterior poseen una capa protectora alrededor de todo el paquete.

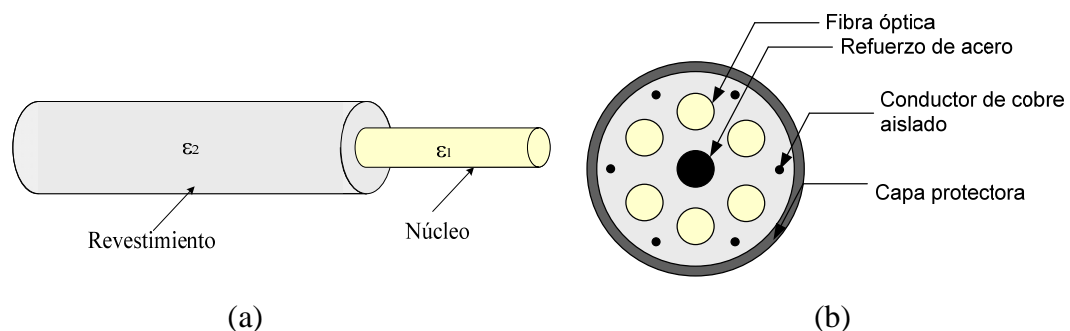


Figura 1.2 (a) Constitución de la fibra óptica (b) Cable óptico de seis fibras

Existen dos formas de clasificar a la fibra óptica, según el tipo de fabricación y a partir del punto de vista geométrico que se analizará en la sección 1.6.

1.4.1 Según su fabricación

Todos los tipos de fibra óptica son fabricados a base de vidrio y plástico, sus diversidades son:

Núcleo y revestimiento de plástico.- Poseen mayor flexibilidad, fáciles de instalar debido a su peso, menos costosas; su desventaja es la atenuación que tienen.

Núcleo de vidrio con revestimiento de plástico (PCS).- Tienen atenuaciones bajas, no presentan mayor perturbación cuando está presente radiación.

Núcleo de vidrio con revestimiento de vidrio (SCS).- Obtienen mejores características de propagación, cuando se exponen a radiación aumenta su atenuación.

1.5 PROPAGACIÓN DE LA LUZ

La luz es una radiación electromagnética que se propaga en forma de ondas y su velocidad en el espacio libre es distinguida como c y es aproximadamente 3×10^8 m/s. Las ondas electromagnéticas al atravesar ambientes más densos que el espacio libre sufren una reducción en su velocidad, fenómeno que se conoce como refracción. La refracción es el cambio en el ángulo de propagación que posee una onda al pasar de un medio a otro. Índice de refracción es la relación entre la velocidad de la luz en el espacio libre y la velocidad de la luz en otro medio en donde incide la onda, la fórmula es:

$$n = \frac{c}{v}$$

donde:

n → índice de refracción,

c → velocidad de la luz en el espacio libre,

v → velocidad de la luz en otro medio.

Cuando una onda que se propaga en un medio y se encuentra con otro, se necesita relacionar sus índices de refracción, para esto asumimos la Ley de Snell,

$$n_1 \text{ sen } \theta_1 = n_2 \text{ sen } \theta_2$$

donde:

n_1 y $n_2 \rightarrow$ índice de refracción del medio 1 y del medio 2,

θ_1 y $\theta_2 \rightarrow$ ángulo de incidencia y ángulo de refracción.

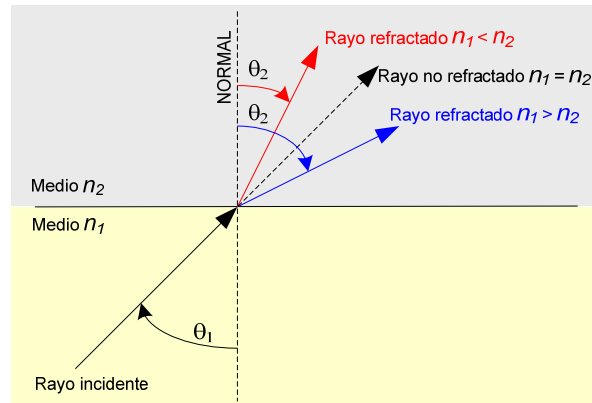


Figura 1.3 Ley de Snell

La Figura 1.3 muestra el fenómeno de la refracción de donde emerge la Ley de Snell, observamos dos ángulos de refracción, esto depende de la densidad del medio 2. Cuando el medio 2 es más denso que el medio 1 ó $n_1 < n_2$, el rayo refractado se acercará a la normal, en cambio cuando el medio 2 es menos denso que el medio 1 ó $n_1 > n_2$, el rayo refractado se alejará de la normal.

Angulo critico.- Se trata de una consideración cuando un rayo incidente pasa de un medio 1 al medio 2 y se cumple que $n_1 > n_2$, es decir que el medio 2 es menos denso que el medio 1. Ante esta condición sucede que el rayo refractado se propaga por el límite o la interfaz de los dos medios en donde se posee un ángulo de refracción de 90° . Si reemplazamos este ángulo en la Ley de Snell, tenemos que:

$$n_1 \text{ sen } \theta_1 = n_2 \text{ sen } \theta_2 ; \quad \theta_1 = \text{sen}^{-1} \frac{n_2}{n_1}$$

donde:

$\theta_1 \rightarrow$ valor mínimo que adopte convirtiéndose en el ángulo critico θ_c

$$\theta_c = \theta_1$$

En el caso de que el ángulo de refracción sea menor a 90° , es decir que será menor que el ángulo crítico ocurre que es imposible para el rayo ingresar desde el medio 1 al medio 2 sucediendo el fenómeno conocido como reflexión que no es más que la onda incidente reflejada en el límite o interfaz de los dos medios. En la Figura 1.4 (b) se observa la reflexión de dos ondas incidentes, las que se reflejan porque el ángulo de incidencia ha superado el ángulo crítico $\theta_1 > \theta_c$

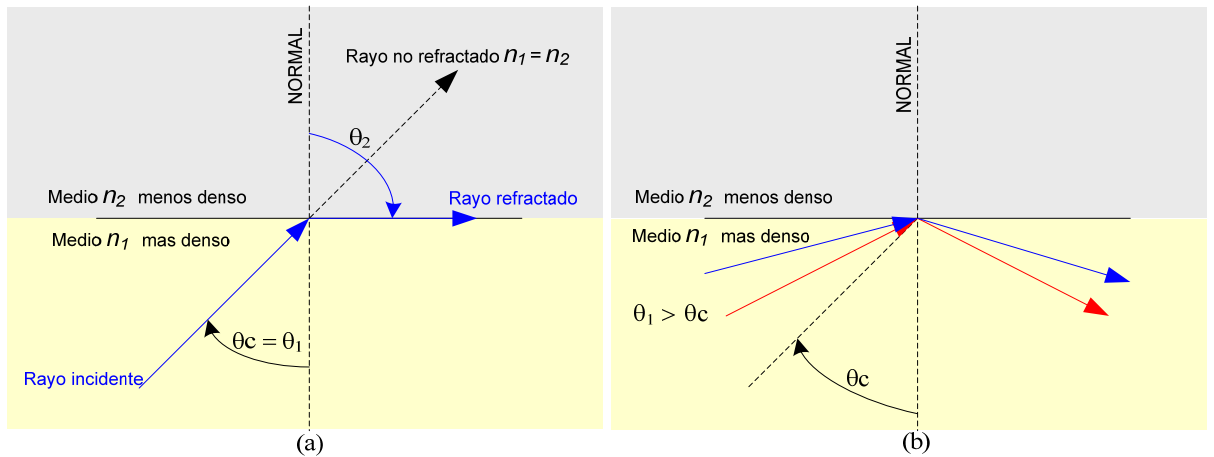


Figura 1.4 (a) Refracción por ángulo crítico (b) Reflexión de rayos

1.5.1 Propagación de la luz a través de una fibra óptica

La propagación de la luz en las fibras ópticas depende de dos factores: modo de propagación la onda y el perfil de índice. Los modos de propagación son monomodo y multimodo. El índice de perfil se refiere a como se encuentra el índice de refracción en la sección transversal o cara frontal de la fibra óptica, es decir es la variación de n en función al radio del núcleo del cable.

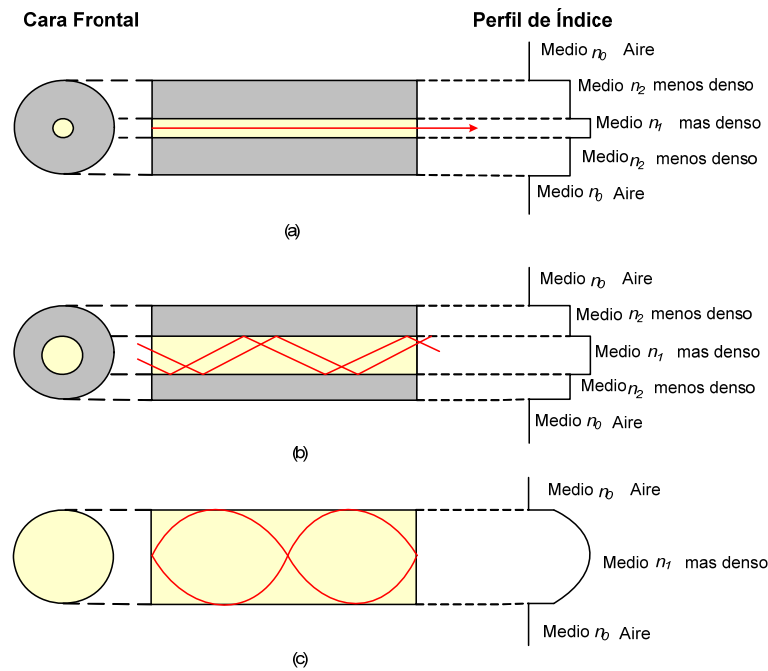


Figura 1. 5 Perfiles de índice

(a) Monomodo escalonado, (b) Multimodo escalonado,
(c) Multimodo graduado

En la Figura 1.5 se observa que existen dos tipos de Perfiles de Índice, estos son: Escalonado y Graduado. El índice escalonado indica que consta de dos medios en donde el externo posee un índice de refracción menor y el índice graduado solo posee un medio en el cual al índice de refracción cambia de máximo a mínimo gradualmente desde el centro hacia su borde. La refracción es el cambio en el ángulo de propagación de una onda al pasar de un medio a otro, esto ocurre al incidir sobre la superficie que separa a ambos medios los que poseen diferentes índices de refracción.

1.6 CONFIGURACIONES DE LA FIBRA ÓPTICA

Existen tres configuraciones de la fibra óptica, varían en función de los materiales que la forman y de su diámetro, éstos describen el número de trayectos que toman las ondas luminosas las que son: monomodo de índice escalonado y multimodo de índice escalonado y graduado.

1.6.1 Monomodo de índice escalonado.

Posee un núcleo muy delgado que disminuye el número de modos en su interior del núcleo, produciendo la eliminación de la dispersión modal.

Su núcleo tiene un grosor de 8 a 10 μm , su ancho de banda es mayor a las otras configuraciones, en la Figura 1.6. podemos apreciar (a) se encuentra la parte frontal de la fibra con sus respectivas dimensiones, (b) índice de refracción, (c) es la señal que se le da en la entrada, (d) modo de propagación, (e) salida de la fibra.

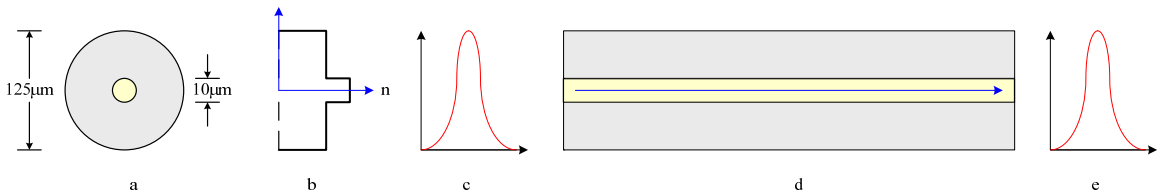


Figura 1.6 Fibra monomodo índice escalonado

El índice de refracción del recubrimiento es n_2 es mayor al de su núcleo n_1 , su ángulo crítico es cercano a 90°, lo que causa un ángulo de aceptación pequeño.

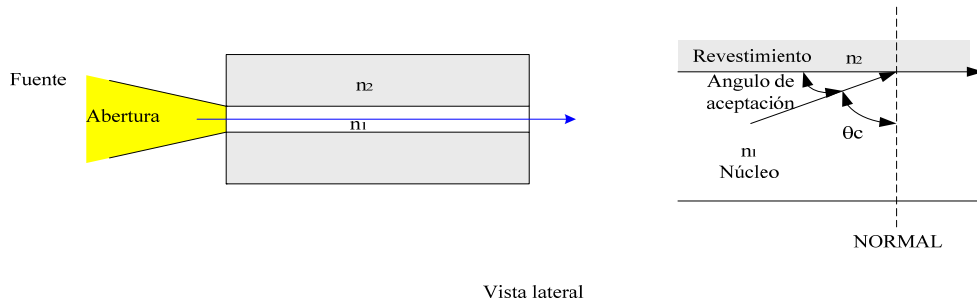


Figura 1.7 Ángulo de aceptación de la fibra monomodo

En donde tenemos:

$\theta_c \rightarrow$ ángulo crítico

$$\theta_c = \sin^{-1} n_2/n_1 ;$$

Ángulo de aceptación = $90 - \theta_c$

Una fibra monomodo puede transmitir las longitudes de onda mayores a la longitud de corte, la cual es proporcional al índice de refracción del núcleo:

$$\lambda_c = \frac{2\pi a n_1 \sqrt{2\Delta}}{V_c} [\mu m]$$

donde:

$\lambda_c \rightarrow$ longitud de onda de corte (μm),

$a \rightarrow$ radio del núcleo (μm),

$n_1 \rightarrow$ índice de refracción del núcleo,

$n_2 \rightarrow$ índice de refracción del revestimiento,

$V_c \rightarrow$ 2.405 frecuencia de corte normalizada para fibras monomodo

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

1.6.2 Fibra multimodo

A diferencia de la fibra monomodo, la multimodo permite transmitir mediante varios modos debido a que su núcleo es de mayor grosor y su índice de propagación es más alto, existen dos tipos de propagación en esta fibra: índice escalonado y gradual.

1.6.2.1 Fibra multimodo de índice escalonado

Su núcleo es de mayor grosor lo que permite mayor abertura para que ingrese las ondas de la fuente de luz (rayo A), el que al encontrarse con el revestimiento produce una reflexión formando un ángulo mayor que el crítico (rayo A'), se propaga en toda su longitud en forma de zigzag, cuando el rayo se refleja con un ángulo menor al crítico se pierde (rayo B), al existir muchas trayectorias de una onda provoca un retardo a su salida.

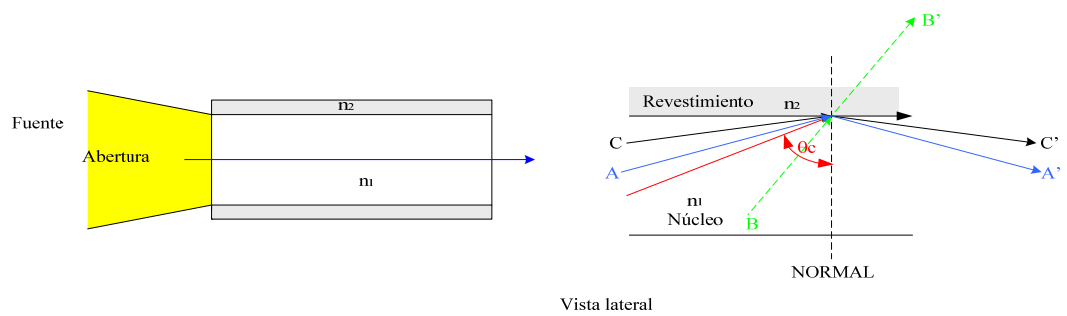


Figura 1.8 Ángulo de trayectorias de la fibra multimodo de índice escalonado

1.6.2.2 Fibra multimodo de índice graduado

Su índice de refracción no es constante en la cara frontal de la fibra, toma un valor máximo en el centro de la fibra y va disminuyendo conforme se acerca al extremo, permitiendo reducir el índice de dispersión de los diferentes modos de propagación, como podemos ver en la Figura 1.9:

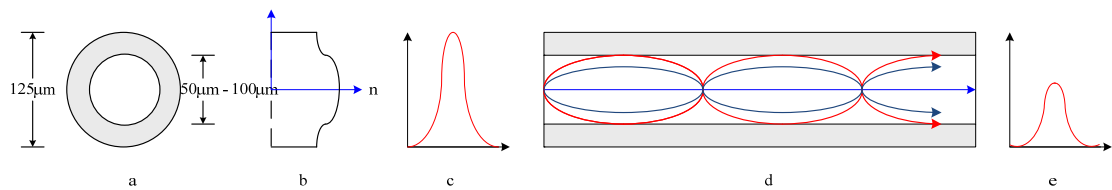


Figura 1.9 Fibra multimodo de índice gradual

1.7 ÁNGULO Y CONO DE ACEPTACIÓN

Al ingresar el rayo de luz de la fuente a la fibra choca con el revestimiento, con un ángulo mayor al crítico se refleja al núcleo y se propaga por todo el largo de la fibra en forma de zigzag, en cambio las ondas que chocan con un grado menor al crítico se pierden.

Angulo de aceptación y cono de aceptación se refieren a la adaptabilidad que van a tener las fuentes de luz en la fibra óptica. Se llama *ángulo de aceptación* al ángulo máximo que puede tomar la fuente de luz a la que permite la fibra óptica su reflexión

total para propagar el rayo a lo largo de su longitud, con lo que al girar este ángulo alrededor de la base de la fibra se obtiene el **cono de aceptación** de entrada.

Ecuación de ángulo de aceptación

$$\theta_{ent} = \sin^{-1} \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

donde:

n_1 → índice de refracción del núcleo ,

n_2 → índice de refracción del revestimiento,

θ_{ent} → ángulo de aceptación.

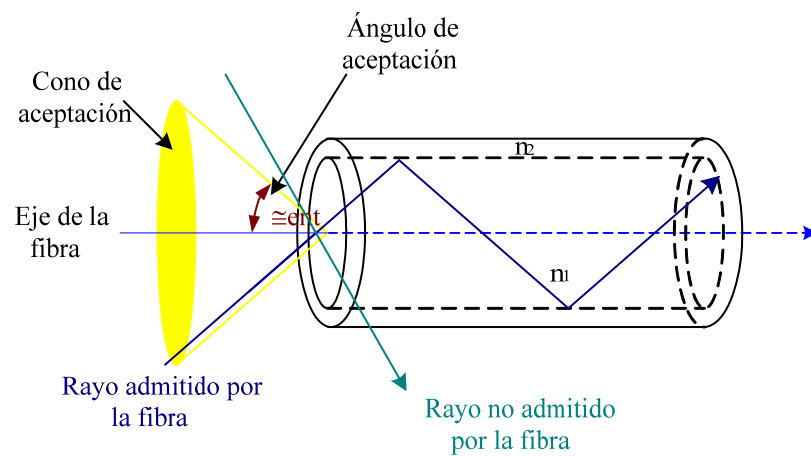


Figura 1.10 Ángulo de aceptación y cono de aceptación

El cono de aceptación está ligado directamente con la **apertura numérica** que relaciona a la cantidad de potencia que puede introducirse a la fibra desde el exterior; se reduce su cálculo del seno del ángulo máximo (ángulo de aceptación).

$$NA = \sin \theta_{ent} ; NA = \sin \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

donde:

n_1 → índice de refracción del núcleo,

n_2 → índice de refracción del revestimiento,

θ_{ent} → ángulo de aceptación,

NA → apertura numérica.

1.8 PÉRDIDAS EN LA FIBRA ÓPTICA

La pérdida es la disminución de la potencia de la señal, que se le conoce también como atenuación, en la fibra óptica se produce la reducción del ancho de banda y la velocidad de transmisión de todo el sistema en sí; se expresa en decibel (dB) y se puede calcular de la siguiente manera:

$$A(dB) = 10 \log \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

donde:

$A(dB)$ → atenuación total,

P_{in} → potencia de la luz en la entrada de la fibra,

P_{out} → potencia de la luz en la salida de la fibra.

Las pérdidas se producen por factores en sus uniones, acoplamiento y en transmisión:

Pérdidas por uniones de fibras.- Conocidas como pérdidas por acoplamiento, pueden ser en fibras multimodo por discontinuidad de la apertura numérica, discontinuidad del diámetro del núcleo y por discontinuidad de perfil. También en las monomodo existen pérdidas por acoplamiento.

Pérdidas por acoplamiento.- Se presentan entre fuentes, fibras, detectores, entre los cuales se muestran los siguientes problemas por la mala alineación: lateral, de entrehierro, angular.

Pérdidas por transmisión.- En una transmisión de datos por la fibra óptica se produce una disminución de potencia de la onda de luz que se debe a distintos factores como: la absorción, dispersión en materiales, dispersión cromática, dispersión modal y radiación.

1.9 FUENTES LUMINOSAS Y ÓPTICAS

1.9.1 Fuentes luminosas

Las fuentes luminosas se dividen en naturales y artificiales. El Sol es la principal fuente natural, mientras que en las artificiales podemos citar las de incandescencia y las de luminiscencia. Las luminosas son las encargadas de la generación de la señal para ser acoplada y enviada por la fibra óptica, en donde se debe garantizar la no existencia de dispersión cromática evitando la descomposición del haz en una franja de colores que se logra al asumir un intervalo de longitudes de onda reducido.

1.9.2 Fuentes ópticas

Existen dos tipos de fuentes de señal para la transmisión a través de este medio de fibra óptica y son los diodos led y los láseres, en los cuales sus propiedades determinan la forma de emisión de la señal:

LED (*Light Emitting Diodes*).- Son diodos de unión $p-n$ en los que se emplea materiales semiconductores y dopantes los cual desprenden luz de manera espontánea por polarización directa. Existen cuatro diferentes tipos de leds: de homounión, heterounión, superficie emisora y pozo grabado de burrus y emisores de borde.

Laser.- Se trata de un haz fuerte, concentrado y direccional casi imposible de bifurcarse que es originado mediante una intensa radiación al transformar la energía de un material activo en luz. La Figura 1.11 muestra como mediante una fuente de poder genera disparos con una frecuencia que establecerá la intensidad de salida, ésta alimenta a un tubo de destello que se haya bobinado para la excitación a lo largo de un cilindro que encierra el medio activo para generar el rayo. Uno de los extremos del cilindro debe poseer características de espejo para no tener pérdidas hacia ese extremo y provocar una reflexión total y el rayo sea guiado por el otro extremo. Existen cuatro diferentes tipos de lasers: de gas, líquido y sólido, además de los ILDs.

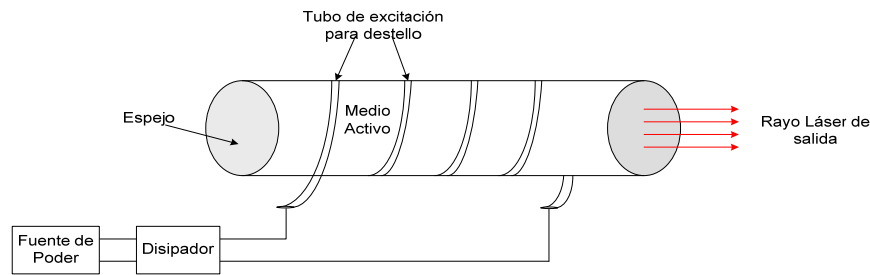


Figura 1.11 Modelo de un láser normal

ILD (Injection Laser Diode).- Es un diodo laser de inyección de unión $p-n$ con un patrón de radiación directo, sus extremos son pulidos como espejos que obliga a la concentración y estimulación de la energía. Los ILD permiten manejar tasas mayores a las que operan los leds además de formar una luz monocromática.

1.10 DETECTORES

Se emplean dos tipos de dispositivos capaces de detectar la señal luminosa y que poseen ciertas características para ser empleados, estos son: diodos PIN (Positivo-Intrínseco-Negativo) y los fotodiodos APD (Avalanche-Photodiode)

Diodo PIN.- Posee una estructura de tipo $p-i-n$ en donde se realiza el proceso inverso al empleado en el Led y se lo conoce como efecto fotoeléctrico que consiste en el ingreso de la luz a través de una ventana intrínseca logrando el paso de los electrones desde la banda de valencia a la banda de conducción.

Fotodiodo APD.- Su estructura es de tipo $p-i-p-n$ en la que una capa delgada de tipo n es la encargada de absorber la luz originándose una avalancha gradual en la región $i-p-n$ lo que refleja una elevada sensibilidad respecto a los PIN. Dicha avalancha constituye una ganancia que ocurre en un tiempo elevado que genera ruido, esto es una desventaja de los diodos APD.

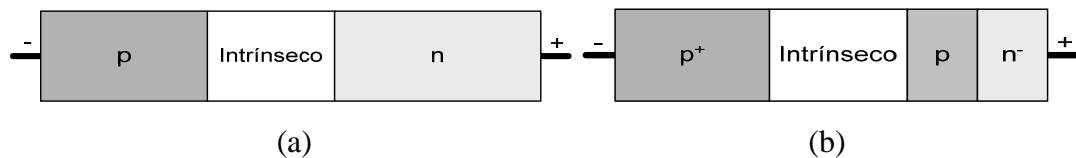


Figura 1.12 (a) Estructura de fotodiodo PIN (b) Estructura de fotodiodo APD

Características de los detectores:

Responsividad.- Se trata de la respuesta en corriente frente a la señal aplicada.

Corriente oscura.- Es la intensidad mínima en ausencia de la señal aplicada.

Tiempo de transito.- Establece el tiempo en llegar la luz a la zona de incidencia.

Respuesta espectral.- Intervalo de longitudes de onda que puede ser usado.

Sensibilidad a la luz.- Mínimo valor de incidencia antes de generar una respuesta.

Además de los diodos PIN y APD se puede señalar a los fototransistores también pueden detectar la señales luminosas, pero presentan demasiadas desventajas por tener baja sensibilidad y baja velocidad de respuesta.

1.11 FUNCIONAMIENTO DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA

Las redes de fibra óptica son creadas para satisfacer las necesidades actuales de información para comunicaciones a larga distancia, que proporcionan conexiones transcontinentales y transoceánicas, a la vez existen en la actualidad las redes de área local, los cuales se conectan a una serie de abonados locales con equipos centralizados como ordenadores (computadoras) o impresoras, este sistema aumenta el rendimiento de los equipos y permite fácilmente la incorporación a la red de nuevos usuarios. Una red de fibra óptica consta de una red troncal y una de acceso.

1.11.1 Red Troncal

Es el medio de comunicación de alta capacidad y fiabilidad que se conecta a los nodos primarios, es la columna vertebral para el intercambio de información entre

centrales. Consiste en un esquema tal que debe poseer cierto grado de redundancia para garantizar la comunicación entre sus principales centrales. En la Figura 1.13 se observa cuatro centrales, estas son A, B, C y D, las que poseen los enlaces dispuestos en forma de anillo; Si examinamos el enlace entre A y B denominado E_{AB} , en el remoto caso de que éste deje de funcionar, las comunicaciones entre estas centrales quedaran soportadas a través de D y C; es decir su gestión será soportada por los enlaces E_{BD} , E_{CD} y E_{AC} . Lo mismo ocurre para todos los demás puntos.

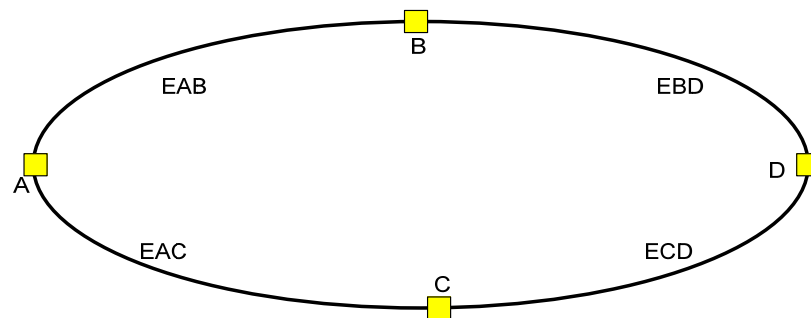


Figura 1.13 Red Troncal

1.11.2 Red de Acceso

Es la parte de una red que se conecta entre centrales que se consideran que tienen menor demanda hacia una principal que se halle en la red troncal. Dichas centrales que constan dentro de la red poseen un único enlace para sus comunicaciones. En la Figura 1.14 observamos por ejemplo en la central principal A, en la que están ancladas dos centrales F y G las que poseen un único enlace E_{AF} y E_{AG} respectivamente. Si el enlace que transporta la información deja de funcionar, definitivamente esa central quedará aislada.

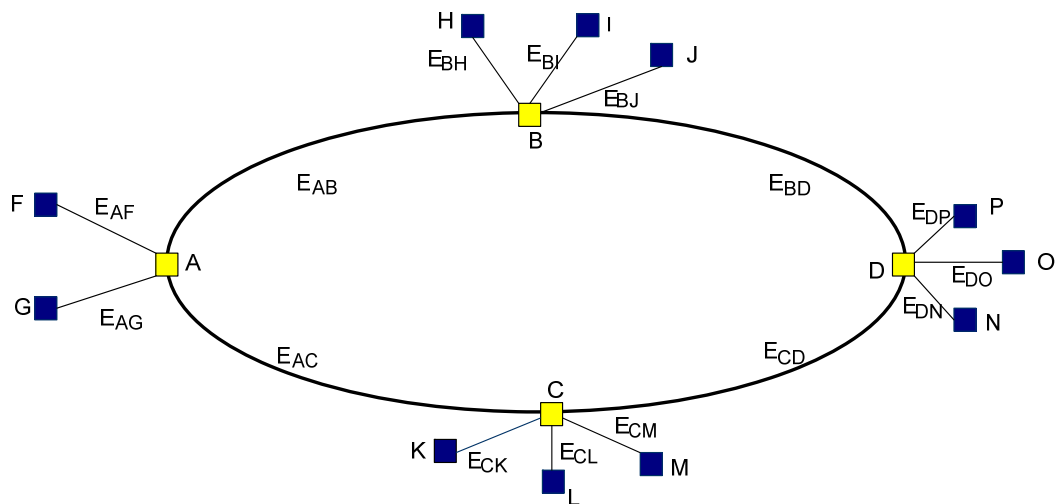


Figura 1. 14 Red de acceso en una red troncal

1.12 APLICACIONES, VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Aplicaciones:

La aplicación más importante de la fibra óptica es en las telecomunicaciones por sus altas prestaciones en la transmisión de datos mediante los cables ópticos los que pueden ser de vidrio, plástico ó de una aleación de vidrio y plástico. En la actualidad representa el medio más fiable para la transmisión de datos a elevadas tasas de información. Las redes existentes son globales, porque abarcan perímetros urbanos, interurbanos, etc., los cables submarinos es la aplicación más trascendental ya que mantienen al mundo como la base de la red de telecomunicaciones.

Existen importantes áreas en las que la investigación de las prestaciones de la fibra óptica puede satisfacer, se ha empleado en la fabricación de transductores de temperatura, sonar, presión, tensión, etc., también se la emplea en iluminación e instrumentación médica.

Ventajas:

- ❖ Tamaño y peso que representa una superioridad notoria frente a las convencionales líneas de cobre.

- ❖ Flexibilidad durante su instalación, así como resistencia mecánica moderada a tracción.
- ❖ Es inmune a perturbaciones electromagnéticas y tormentas eléctricas, así como tampoco genera interferencias a fibras adyacentes. Posee una amplia inmunidad a condiciones atmosféricas extremas.
- ❖ Bajos niveles de atenuación en función a la distancia, dicha atenuación es independiente de la frecuencia empleada.
- ❖ Fácil detección de fallos por telemetría.
- ❖ No necesita protecciones a tierra.

Desventajas:

- ❖ Fragilidad a la manipulación frente a otros medios como el par de cobre y coaxial.
- ❖ Elevados costos de equipos, que se justifican cuando se transportan elevadas tasas de datos.
- ❖ Las operaciones de mantenimiento y reparaciones como empalmes posee complejidad técnica.
- ❖ Es imposible la transmisión de energía a través de este medio, por lo que se debe adicionar cables de cobre para alimentar a repetidores de trayecto y elementos terminales.
- ❖ Su aislamiento debe ser de altas prestaciones para evitar el contacto con el agua y evitar la corrosión y envejecimiento de la fibra.

1.13 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES DE FIBRA ÓPTICA

1.13.1 Análisis de las características de los diferentes tipos de cable de fibra óptica.

A continuación se cita los tipos de fibras existentes, se exponen sus características principales y se procederá a elegir un tipo para cada uno de los tramos de la red.

ADSS (All Dielectric Self-Supported).- Cables auto-soportados totalmente dieléctricos, no poseen cable mensajero, utilizado para largas distancias con facilidad de mantenimiento y bajos costos.

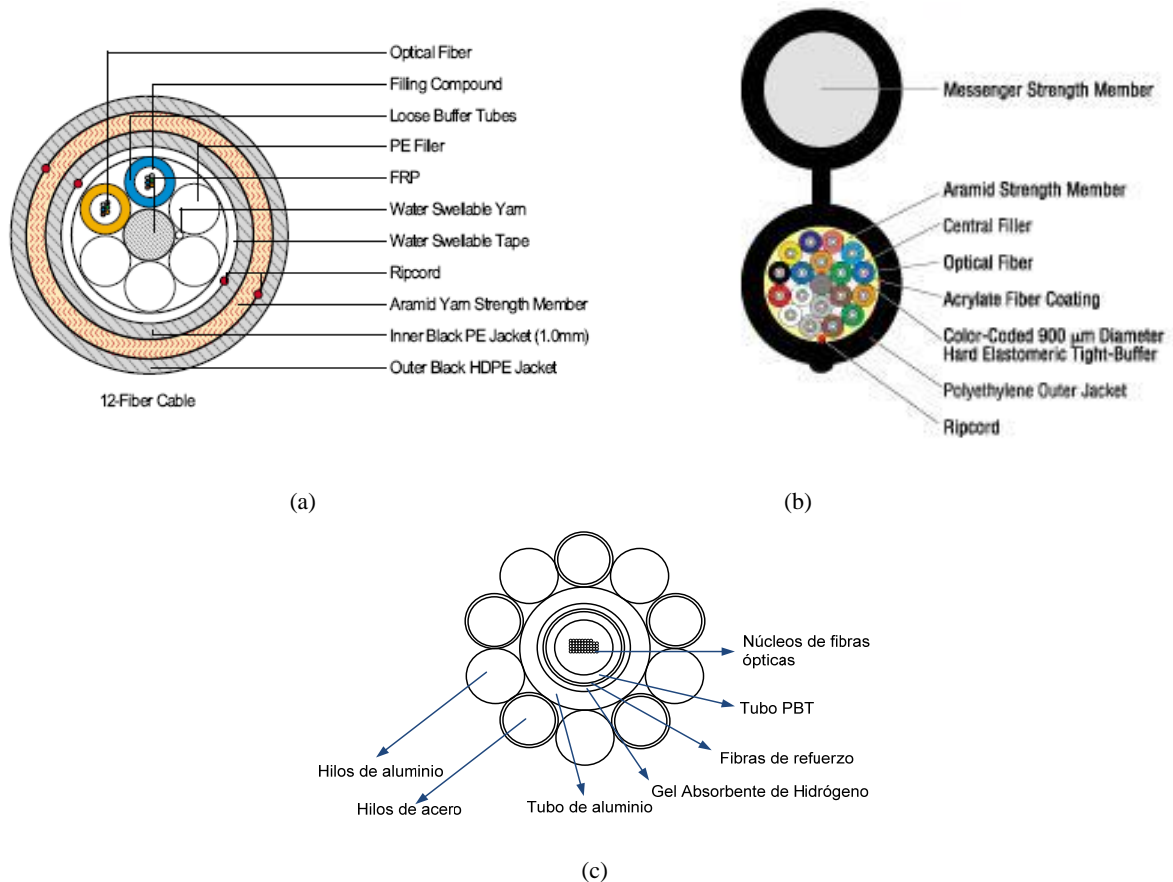


Figura 1. 15 (a) Cable ADSS. (b) Cable Figura 8. (c) Cable OPGW (Fuente: (a)y(b) [ARC Electronics](#), 2010 [3])

Aerial Cable/Self-Supporting (Figura 8).- Cable de la misma familia del ADSS, con la variación que posee un cable de acero para su apoyo y aumentar su resistencia a la tracción, además tiene un revestimiento extra de polietileno. Se lo llama *Figura 8* por su similitud al número ocho en vista frontal.

OPGW (Optical Ground Wire).- Cable óptico de guarda va sobre estructuras en las cuales están las redes de media tensión, incorpora fibras ópticas en su núcleo, con el que se cumple la doble función de proteger las líneas y de crear un canal de comunicaciones, utilizado en tramos de hasta 10km.

1.14 NORMAS Y RECOMENDACIONES PARA EL TENDIDO DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA.

Las normas y recomendaciones emitidas por los entes reguladores pertinentes tienen el objetivo fundamental de mantener un estándar y garantizar la convergencia de nuevas tecnologías con las ya insertadas.

1.14.1 Recomendaciones de la UIT

La UIT Union Internacional de Telecomunicaciones es un organismo a fin de las Naciones Unidas que se encarga de todas las recomendaciones en lo que concierne a las tecnologías de la informacion y comunicación. Su funcion radica en emitir parametros técnicos que mantengan características básicas para alacanzar la convergencia y el facil acceso entre las empresas dedicadas de la fabricacion de equipos. Las recomendaciones pertinentes para una fibra monomodo son las emitidas por la serie G de la UIT que normaliza a los sistemas y medios de transmision, sistemas y redes digitales. Estas son: ITU-T G.652D y ITU-T G.655.

1.14.2 Normativa de CNT-EP en Ecuador

Es un instructivo técnico del procedimiento para garantizar un estandar básico de construcción de las redes de planta externa en el Ecuador. Además posee de forma abstracta conceptos científicos de fibra optica, como tambien es una guia para poder determinar el costo real por insercion de una red de este tipo.

CAPÍTULO II

MODALIDAD DE DISEÑO DE UNA RED MEDIANTE FIBRA ÓPTICA

CAPÍTULO II

MODALIDAD DE DISEÑO DE UNA RED MEDIANTE FIBRA ÓPTICA

2.1 LA FIBRA ÓPTICA COMO MEDIO DE TRANSMISIÓN

El medio de transmisión es la parte física en donde el emisor y receptor pueden comunicarse mediante un protocolo de datos, además el tipo de medio determina la calidad de la transmisión, desde este punto de vista la fibra óptica es el soporte físico por excelencia que ofrece poseer las mejores prestaciones. La fibra óptica es un medio de transmisión inmune a las interferencias, a diferencia de otros conductores no es vulnerable a ningún tipo de interferencia electrostática o electromagnética y es apropiado para largas distancias ya que permite mayor tasa de datos.

2.1.1 Importancia de las redes de fibra óptica en el mundo

En la actualidad las telecomunicaciones constituyen la columna vertebral de la economía mundial, la fibra óptica es el principal soporte de transmisión para la prestación de servicios que brindan las empresas informáticas a nivel mundial. Se distinguen dos tipos de redes de fibra óptica mundiales fundamentalmente por la región en donde son insertadas.

Redes terrestres.- Son las redes que atraviesan un continente, países y ciudades o regiones las que colindan en sus fronteras y pueden ser de infraestructura aérea o canalizada. Un importante enlace para el Ecuador es el cable trasandino que atraviesa los países de la cordillera de Los Andes, la salida al norte se da en la frontera con Colombia en las localidades de Tulcán e Ipiales, en cambio al sur con Perú en Huaquillas y Tumbes.

Redes submarinas.- Constituyen los ejes de las telecomunicaciones mundiales por su característica de atravesar los océanos uniendo los continentes e islas del planeta. Los cables submarinos se estiman que en la actualidad aportan con el 80% del tráfico de telecomunicaciones en el mundo y cubren a todo el globo con miles de kilómetros desplegados por el fondo de los mares y océanos, llegando a las costas de los países. Entre los enlaces más destacados de este tipo tenemos: Panamericano, Columbus II, Américas-II, TPC-5, Atlantis 2, Unisur entre otros.

En la Figura 2.1 se observa un gráfico de cómo está cubierto el planeta por las redes de fibra óptica submarinas que están insertadas, además de las que se encuentran en construcción.

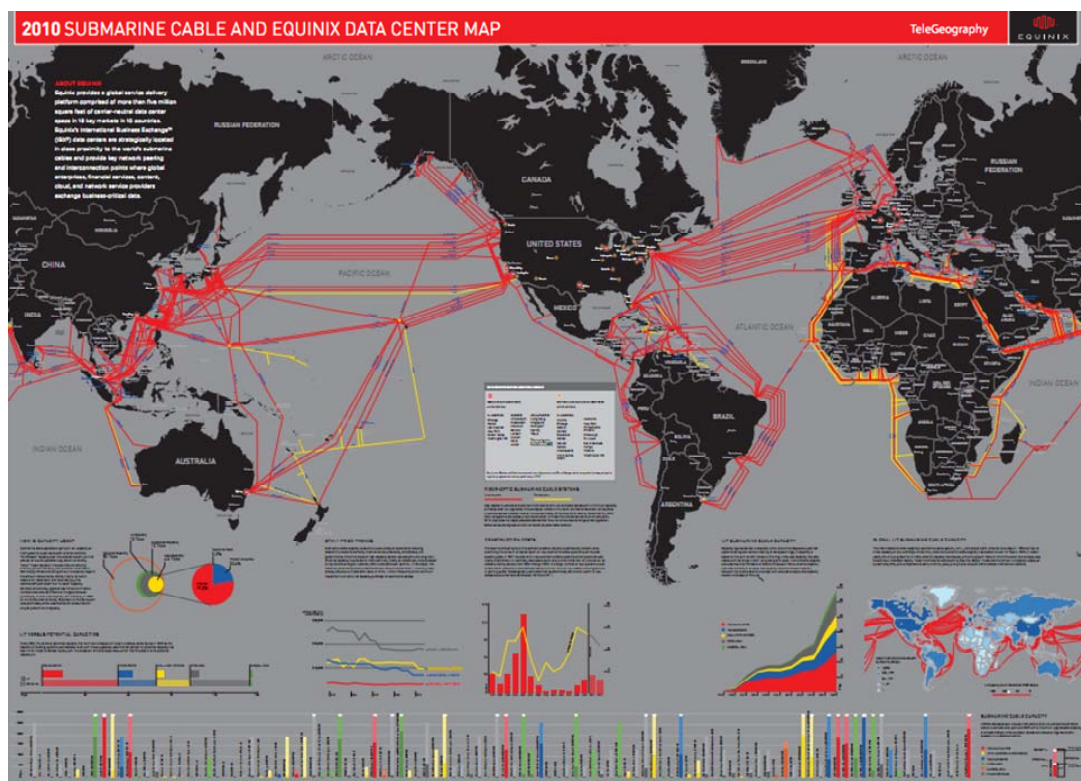


Figura 2.1 Red mundial de fibra óptica. (Fuente: WEB AYUNATE, 2010 [4])

El enlace más importante para el Ecuador en la transmisión de datos a través de fibra óptica es el cable Panamericano PaNAM que abarca la costa oeste de Sudamérica atravesando a Centroamérica y llegando a América Central. El acceso a Ecuador se da en la localidad de Punta Carnero en la provincia de Santa Elena.



Figura 2.2 Cable Panamericano PaNAM. (Fuente: CONATEL, 2008 [5])

2.1.2 Red de fibra óptica como soporte para servicios triple play y prestaciones adicionales

Triple play consiste en la oferta integral en un solo paquete de 3 servicios que son: voz, televisión y datos. La fibra óptica es un medio físico que posee la apertura para a futuro poder extender el número de servicios siendo una ventaja predominante frente a otros como: el par de cobre por su baja capacidad en manejo de taza de datos y la saturación de los medios inalámbricos, eventualmente hará que la fibra óptica se transforme en el medio de transmisión único del futuro. Si bien se habla de triple play, en algunos casos ya se lo menciona como cuádruple play al realizar una sub-clasificación en la telefonía ya que distingue móvil y fija.

Los servicios de voz, televisión y datos simplemente puede que sean tan solo un paquete mínimo de una mayor cantidad de prestaciones que pueda otorgarse a los consumidores, es así que ya se habla de multiplay, obteniéndose abierta la

terminología para acoplar sobre el canal cualquier otro servicio nuevo de comunicación, es así que la fibra óptica como medio físico puede otorgar servicios de telecomunicaciones con elevadas tasas de datos y evidentemente garantiza que se cubra con la demanda a futuro.

2.1.3 Aporte integral de la red para la cobertura de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones en el Ecuador

Desde que Ecuador se encuentra conectado al cable submarino Panamericano, se ha otorgado a nuestro país las garantías necesarias de comunicación global. A partir de este acceso en Punta Carnero el estado a través del ministerio de telecomunicaciones y por medio de CNT-EP tiene el reto de brindar a la población los servicios básicos de telecomunicaciones denominado “Plan Nacional de la Conectividad^[5]”, como lo es el paquete triple play tratando de alcanzar el mayor índice de penetración posible. Es una ambición y se ha determinado la ampliación de la cobertura de la red de CNT-EP en el Ecuador sin limitarse en costos por inserción de redes debido a que quizá la inversión no sea recuperada en los plazos típicos en telecomunicaciones, si no que se considera desde el punto de vista del aporte integral que otorga al mantener con el servicio a todos los rincones del país y brindar un mejor estilo en la calidad de vida, además del beneficio que se pueda conseguir por el acceso a la información en áreas como la educación, investigación, comercio y productividad del país.

La redundancia dentro de una red posibilita garantizar la operación del sistema ante un eventual desperfecto en un determinado enlace cualquiera, es decir que se posee varios trayectos por donde sea posible la transmisión de los datos. Es así que mediante la red de fibra óptica en el trayecto Cuenca - Girón – Pasaje, pretende contribuir con el desarrollo de las poblaciones inmersas así como del país.

Provincia del Azuay

La provincia del Azuay se encuentra situada al Sur de la región interandina, sus límites son: al norte se encuentra la provincia del Cañar, al sur las provincias de El Oro y Loja, al este con las provincias de Morona Santiago y Zamora Chinchipe y al oeste con la provincia del Guayas.

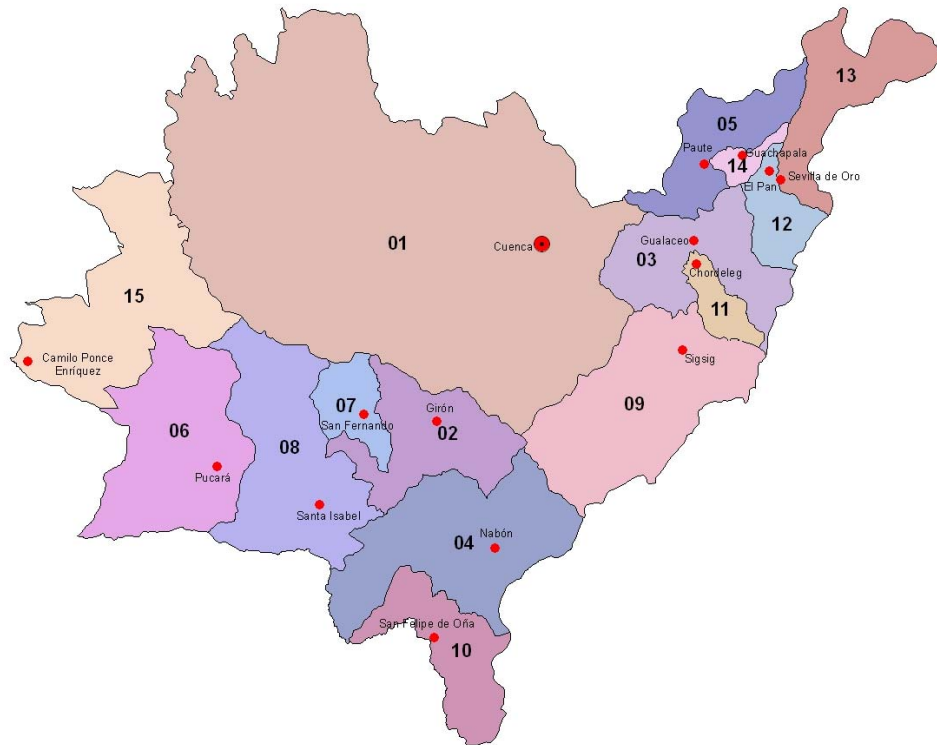


Figura 2. 4 Mapa político de la provincia del Azuay. (Fuente: INEC, 2001 [7])

Provincia	Azuay	
Superficie	8.124 km ²	
Altitud media	2500 msnm	
Coordenadas	Latitud (S)	2°36' - 3°36'
	Longitud (O)	79°48' - 78°24'
Cantones	15	

Tabla 2.1 Datos de la provincia del Azuay. (Fuente: INEC, 2001 [7])

Las centrales de CNT-EP que se encuentran dentro del trayecto del estudio de la red en el Azuay son las siguientes:

Central	Coordenadas		
	X	Y	Altura (m.s.n.m.)
Paccha	730000	9679600	2600
Simbala	713150	9653300	3160
Girón	706200	9650850	2180
San Gerardo	699850	9652350	2800
San Fernando	694100	9652400	2720
Rumiloma	693500	9644050	1960
La Unión	691200	9639900	1360
Lentag	695423	9641138	1569
La Asunción	693310	9644795	2147
Sta. Isabel	687500	9638300	1600
Puente Loma	685000	9635000	1560
Pucará	670350	9644600	3160
Loma Plancha	666450	9645400	3550
Jubones	687100	9630700	1000
Cumbe	721300	9659000	2680
Sarayunga	657486	9633287	530

Tabla 2.2 Información de las centrales de CNT-EP en Azuay. (Fuente: CNT-EP, 2011)

Provincia de El Oro

La provincia de El Oro se encuentra situada al suroeste del Ecuador, limita al norte con las provincias del Guayas y Azuay, al sur con la provincia de Loja y Perú, al este con la provincia de Loja y al oeste con el Océano Pacífico.



Figura 2. 5 Mapa político de la provincia de El Oro. (Fuente: INEC, 2001 [8])

Provincia	El Oro	
Superficie	5.850,1 km ²	
Altitud media	4 – 6 msnm	
Coordenadas	Latitud (S)	3°16'
	Longitud (O)	79°58'
Cantones	14	

Tabla 2. 3 Datos de la provincia de El Oro. (Fuente: INEC, 2001 [8])

Las centrales de CNT-EP que se encuentran dentro del trayecto del estudio de la red en la provincia de El Oro son: Pasaje, Tres Cerritos, Huisho, Casacay, Galayacu, Quera y Uzhcurrumi.

2.3 DENSIDAD POBLACIONAL DE LOS SECTORES DE COBERTURA DE LA RED

A continuación se detallan los datos de la proyección establecida por el INEC para el 2010, realizada en el 2001. Dicha proyección posee un margen de error mínimo con respecto al censo efectuado en el 2010, datos que aún no existen las cifras oficiales, motivo por el cual no pueden ser expuestas.

Las cifras oficiales del censo del 2010 se tiene pronosticado sean publicadas en agosto y septiembre de 2011, fecha en donde este trabajo debe estar culminado. Para nuestro propósito es válida la información que se observa en la tabla 2.4 y la tabla 2.5 que corresponde al documento “Proyección de población por provincias, cantones, áreas, sexos y grupos de edad - periodo 2001 2010” emitido por el INEC.

DENSIDAD POBLACIONAL EN LA PROVINCIA DEL AZUAY 2010				
<i>n</i>	CANTÓN	TOTAL	ÁREA URBANA	ÁREA RURAL
1	Cuenca	495776	402068	93708
2	Girón	14953	5100	9853
3	Gualaceo	45855	15484	30371
4	Nabón	17969	1518	16451
5	Paute	27458	7268	20190
6	Pucara	11506	1358	10148
7	San Fernando	4708	2022	2686
8	Santa Isabel	19936	6130	13806
9	Sigsig	29275	4823	24452
10	Oña	3840	990	2850
11	Chordeleg	12904	3441	9463
12	El Pan	3654	613	3041
13	Sevilla de Oro	6220	1122	5098
14	Guachapala	3714	1184	2530
15	Camilo Ponce Enríquez	16573	3920	12653
TOTALES:		714341	457041	257300

Tabla 2.4 Población de la provincia del Azuay. (Fuente: INEC, 2001 [11])

DENSIDAD POBLACIONAL EN LA PROVINCIA DE EL ORO 2010				
<i>n</i>	CANTÓN	TOTAL	ÁREA URBANA	ÁREA RURAL
1	Machala	266023	249992	16031
2	Arenillas	27467	20807	6660
3	Atahualpa	6696	2011	4685
4	Balsas	6535	4520	2015
5	Chilla	3257	1487	1770
6	El Guabo	50197	25270	24927
7	Huaquillas	49228	49015	213
8	Marcabeli	6025	4533	1492
9	Pasaje	76935	65707	11228
10	Piñas	28406	18414	9992
11	Portovelo	13471	9664	3807
12	Santa Rosa	73794	61897	11897
13	Zaruma	28603	12668	15935
14	Las Lajas	5842	1439	4403
TOTALES:		642479	527424	115055

Tabla 2.5 Población de la provincia de El Oro. (Fuente: INEC, 2001 [11])

Con la información de las tablas 2.4 y 2.5 podemos obtener el índice poblacional de 10 años, con la que se puede determinar una estimación de densidad poblacional para el 2020 y 2030 debido a que un proyecto de fibra óptica para telecomunicaciones es para aproximadamente 20 años.

Población	Provincia del Azuay	Provincia de El Oro
2001	612.565	539.888
2010	714.341	642.479
Índice poblacional (Población2001/ Población2010)	16.614%	19.002%

Tabla 2.6 Determinación del índice poblacional para 10 años de las provincias del Azuay y de El Oro.

DENSIDAD POBLACIONAL EN LA PROVINCIA DEL AZUAY							
<i>n</i>	CANTÓN	2020			2030		
		TOTAL	ÁREA URBANA	ÁREA RURAL	TOTAL	ÁREA URBANA	ÁREA RURAL
1	Cuenca	578148	468870	109277	674206	546772	127433
2	Girón	17437	5947	11490	20335	6935	13399
3	Gualaceo	53474	18057	35417	62358	21057	41302
4	Nabón	20955	1770	19184	24436	2064	22372
5	Paute	32020	8476	23545	37340	9884	27456
6	Pucara	13418	1584	11834	15647	1847	13800
7	San Fernando	5490	2358	3132	6402	2750	3653
8	Santa Isabel	23248	7148	16100	27111	8336	18775
9	Sigsig	34139	5624	28515	39811	6559	33252
10	Oña	4478	1154	3324	5222	1346	3876
11	Chordeleg	15048	4013	11035	17548	4679	12869
12	El Pan	4261	715	3546	4969	834	4135
13	Sevilla de Oro	7253	1308	5945	8459	1526	6933
14	Guachapala	4331	1381	2950	5051	1610	3441
15	C. Ponce Enríquez	19327	4571	14755	22538	5331	17207
TOTALES:		833027	532977	300050	971432	621530	349902

Tabla 2.7 Proyección de población de la provincia del Azuay 2020 y 2030.

DENSIDAD POBLACIONAL EN LA PROVINCIA DE EL ORO							
<i>n</i>	CANTÓN	2020			2030		
		TOTAL	AREA URBANA	AREA RURAL	TOTAL	AREA URBANA	AREA RURAL
1	Machala	316573	297496	316573	376730	354027	376730
2	Arenillas	32686	24761	32686	38898	29466	38898
3	Atahualpa	7968	2393	7968	9483	2848	9483
4	Balsas	7777	5379	7777	9255	6401	9255
5	Chilla	3876	1770	3876	4612	2106	4612
6	El Guabo	59736	30072	59736	71087	35786	71087
7	Huaquillas	58582	58329	58582	69714	69413	69714
8	Marcabeli	7170	5394	7170	8532	6419	8532
9	Pasaje	91554	78193	91554	108952	93051	108952
10	Piñas	33804	21913	33804	40227	26077	40227
11	Portovelo	16031	11500	16031	19077	13686	19077
12	Santa Rosa	87817	73659	87817	104504	87656	104504
13	Zaruma	34038	15075	34038	40506	17940	40506
14	Las Lajas	6952	1712	6952	8273	2038	8273
TOTALES:		764565	627647	764565	909849	746914	909849

Tabla 2.8 Proyección de población de la provincia de El Oro 2020 y 2030

2.4 EXPLORACIÓN DE TRAYECTOS DEL ENLACE TRONCAL Y DE ACCESO:

La exploración de los trayectos corresponde a un levantamiento de la información de las redes eléctricas existentes en el área y de la proyección para los próximos años. Las empresas públicas con infraestructura en la región son CENTROSUR, CNEL EL ORO, CNT-EP AZUAY y CNT-EP EL ORO, además tiene proyección de construcción ENERJUBONES por medio de TRANSELECTRIC.

La empresa CENTROSUR cuenta en esta región con la concesión desde Cuenca hasta Santa Isabel de la red de distribución de energía eléctrica, así como los poblados inmersos en esta área, además posee una línea de subtransmisión de 69KV desde la subestación 8 Turi [$x=721509.87$, $y=9676020.42$] hasta la subestación 14 Lentag [$x=695837.396$, $y=9641349.53$] en Girón.

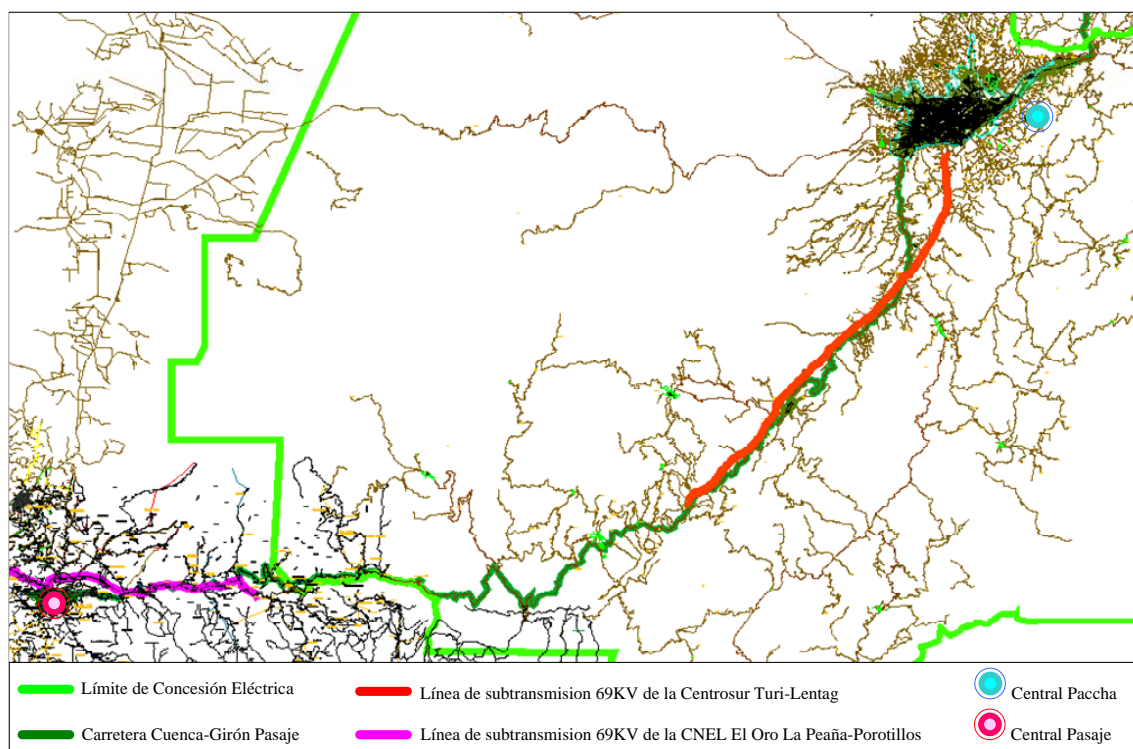


Figura 2.6 Redes de distribución eléctrica y líneas de subtransmisión 69KV

La CNEL – EL ORO tiene la concesión en esta región del cantón Pasaje hasta el sitio Tendales [$x=665491.3180$, $y=9634061.1710$] perteneciente a la provincia del Azuay, es decir que el límite provincial no coincide con el límite de concesión, también se halla una línea de 69KV que va desde la subestación La Peaña [$x=625799.7300$, $y=9636011.2490$] hasta la subestación Porotillos [$x=653236.6070$, $y=9632102.0490$]

La región comprendida entre Santa Isabel y Tendales no cuenta con postería que pertenezca a empresas públicas, debido a esto se deberá proyectar postería para telefonía con los vanos acordes al diseño. Existe postería sobre este tramo

perteneciente a la empresa privada TELCONET, pero para CNT-EP no es viable alquilar estas estructuras.

Es importante citar el proyecto ENERJUBONES, idea mancomunada de los gobiernos provinciales de El Oro y Azuay, consta de la construcción de dos plantas generadoras de energía eléctrica ubicadas en cascada sobre la cuenca del río Jubones que son Minas y La Unión.



Figura 2.7 Ubicación geográfica del proyecto Enerjubones (Fuente: ENERJUBONES, 2011 [9])

Dicha generación tiene proyectado su transmisión hacia la Subestación San Idelfonso al noreste de Machala, por lo que TRANSELECTRIC es la encargada del estudio, diseño y construcción de las estructuras, así como de la línea de generación, proyecto que se encuentra en fase de estudio y que se proveen cambios hasta su culminación del mismo en el 2016.

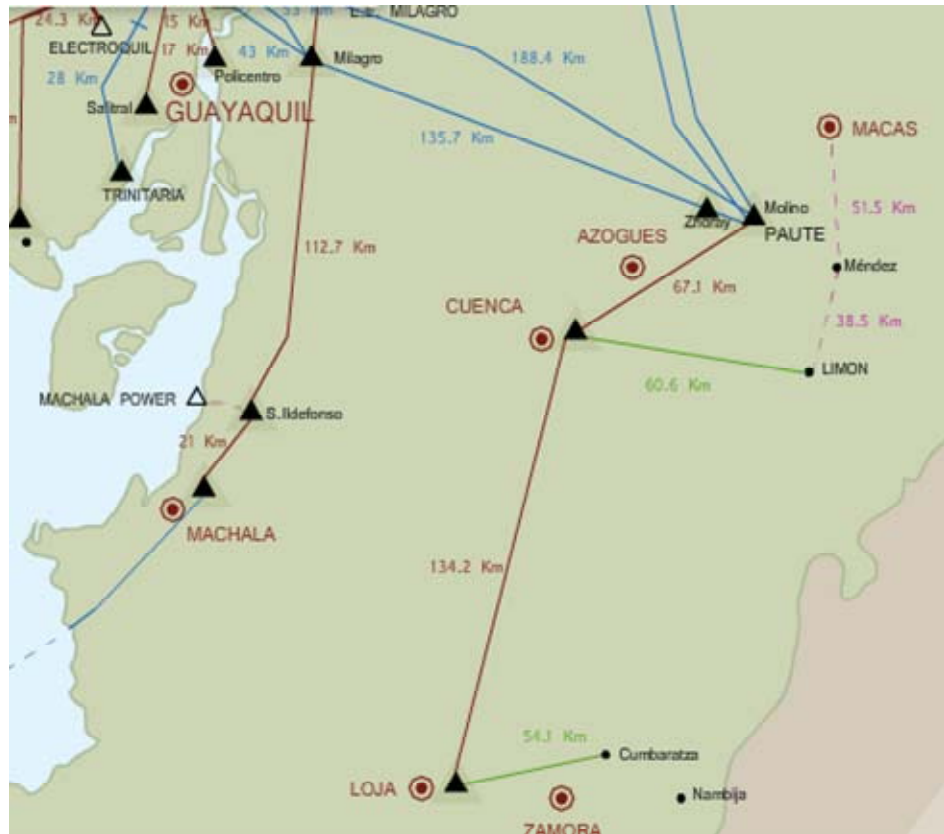


Figura 2. 8 Red Actual de Transelectric en la región. (Fuente: TRANSELECTRIC, 2010 [10])

La figura 2.9 se observa la línea de transmisión en fase de estudio y diseño entre las dos centrales en cascada sobre el río Jubones, que queda paralela a la red a diseñarse y que podría servir como soporte, pero el objetivo de CNT-EP es la construcción inmediata, lo que no sucede para Enerjubones, motivo por el cual no será tomada en cuenta.

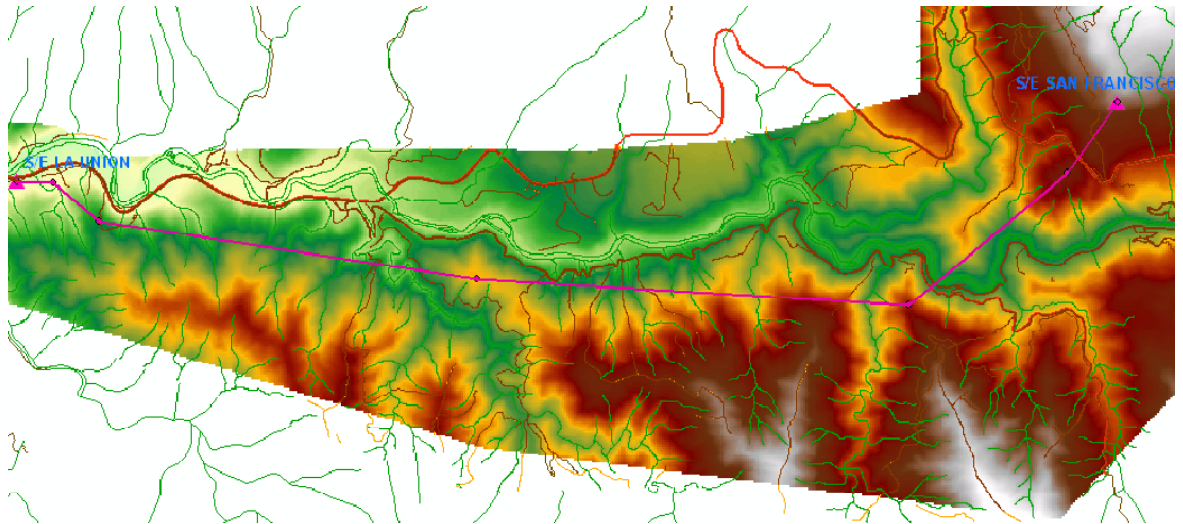


Figura 2.9 Línea de transmisión entre centrales La Unión y Minas. (Fuente: ENERJUBONES, 2011)

La transmisión de las dos generadoras se realizará desde la Subestación La Unión hacia San Idelfonso a campo traviesa, tramo que también resulta inútil su empleo, porque no se dispone de forma tal que se halle paralela al trayecto de la red.

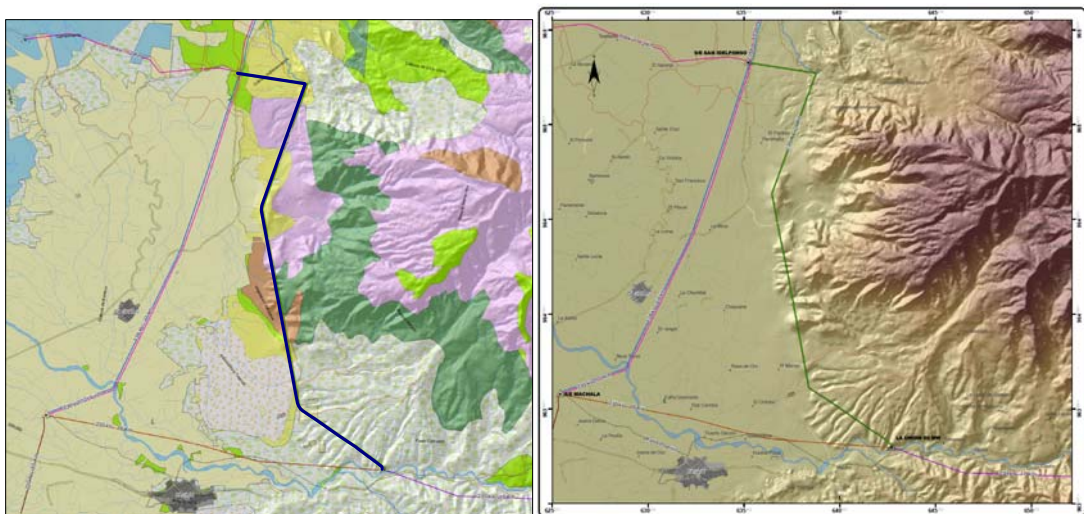


Figura 2.10 Red proyectada de Transelectric en la región. (Fuente: ENERJUBONES, 2011)

2.5 INFRAESTRUCTURA PARA EL DISEÑO DE LA RED

2.5.1 Infraestructura existente

Para el diseño de esta red y al haber obtenido los planos digitales de la postería existente, hemos logrado conocer ciertos aspectos que limitan un tendido idóneo de la fibra, esto se debe que la mejor opción desde el punto de vista de enlace troncal, lo lógico sería emplear la línea de 69KV que posee la CENTROSUR evidentemente instalando fibra OPGW al reemplazar su línea de Guarda. El inconveniente encontrado se debe a que ésta empresa cuenta con diseños definitivos para instalar una fibra OPGW de 24 hilos, para el cobro de planillas y control de sistemas SCADA de donde evidentemente tendrán fibras oscuras y podrían ser empleadas por CNT-EP, pero el alquiler de estas no se contempla como opción en el diseño, condicionante conocido desde el inicio de este trabajo, es decir no se cuenta con la aprobación para el arrendamiento de las fibras. Dicho inconveniente hace que CNT-EP opte por instalar otro tipo de fibra por la postería de distribución, evidentemente con vanos menores que pueden ser ADSS y/o Figura8. Adicional a esto cabe recalcar que para instalación, mantenimiento y demás modificaciones de la red por medio de líneas de alta y media tensión con fibra OPGW, implica que se deba desconectar los circuitos alimentadores de energía eléctrica lo que es sumamente complicado, genera pérdidas a la población y por ende al estado.

2.5.2 Infraestructura proyectada

A partir de la última estructura de hormigón armado de cada una de las empresas concesionarias del servicio de energía eléctrica, tenemos sectores en donde no existe postería, por lo que se procederá a realizar un levantamiento topográfico y se proyectará la postería necesaria dentro del enlace troncal. Además los enlaces de acceso también requerirán proyección de postería.

La red de distribución de energía eléctrica de ambas empresas en ciertos casos cuenta con vanos demasiado extensos, por lo que es imprescindible la proyección de postería como apoyo para reducir los vanos que soportará la fibra que se instale.

2.6 TOPOLOGÍA DE LA RED DE CNT-EP EN LA REGIÓN

La topología de la red es la cadena de nodos utilizados para las comunicaciones, hace referencia a la arquitectura en operación de la cobertura de CNT-EP para lograr abarcar la mayor densidad de servicio, en la Figura 2.11. se observa la topología de la red de CNT-EP en donde se detallan las diferentes formas de acceso y tecnologías empleadas.

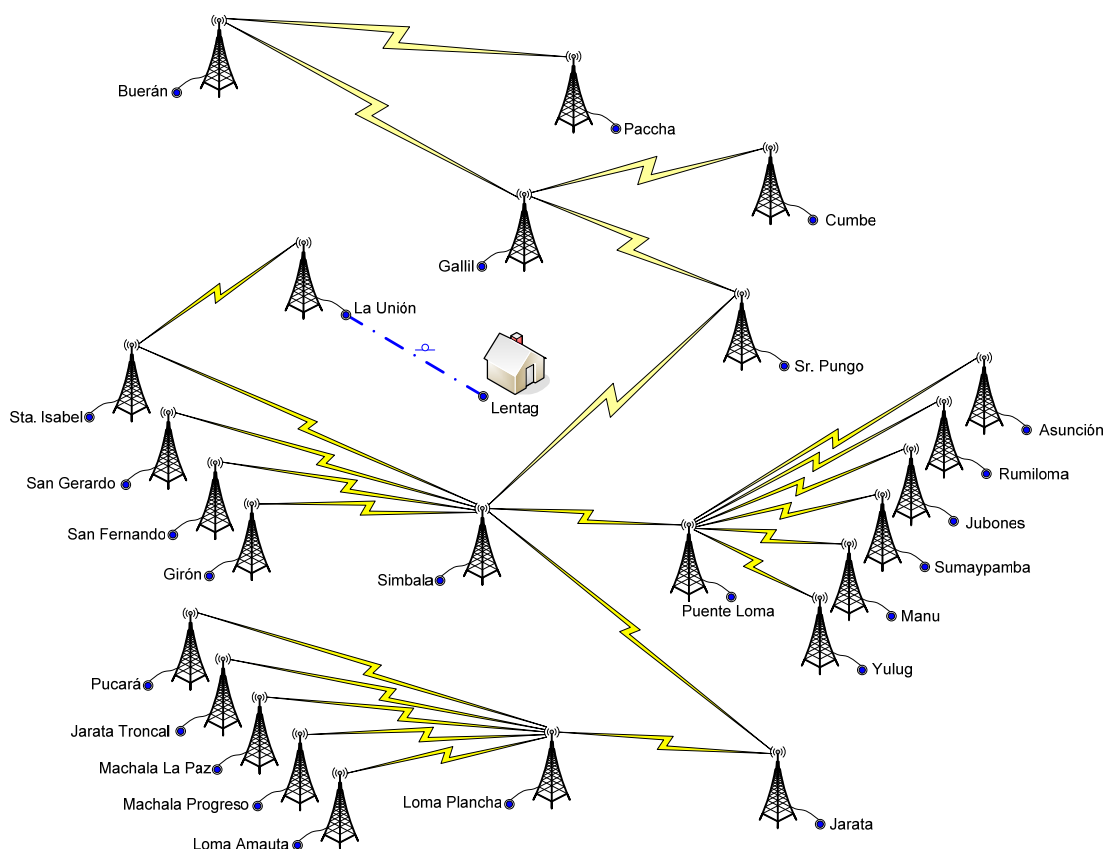


Figura 2. 11 Topología actual de la red de CNT-EP Azuay en la región.

La mayor cantidad de medios de acceso de la red de CNT-EP es por medio de enlaces radioeléctricos, cuenta con un enlace de fibra óptica de Lentag a La Unión. La ambición de CNT-EP además del enlace troncal Cuenca-Girón-Pasaje es contar con una redundancia de red por un medio más fiable como lo es la fibra óptica, razón por la cual se ha planteado el esquema de red mostrado en la figura 2.13. La topología de la figura 2.11 es una red con tecnología de 15 años de antigüedad,

además que se han realizado modificaciones que actualmente se considera como recursos saturados que requiere la ejecución inmediata de una red de fibra óptica.

2.6.1 Proyecto de expansión de red de CNT-EP El Oro

CNT-EP El Oro se encuentra en la actualidad con un proyecto de fibra óptica sobre su área de cobertura, que coincide en un tramo con la realización del proyecto de red Cuenca – Girón – Pasaje, han pronosticado la construcción hasta el sitio Tres Banderas, frente a la población de Uzhecurrumi, en donde han considerado el enlace troncal y estiman disponer en su diseño de 24 fibras oscuras para lograr el objetivo.

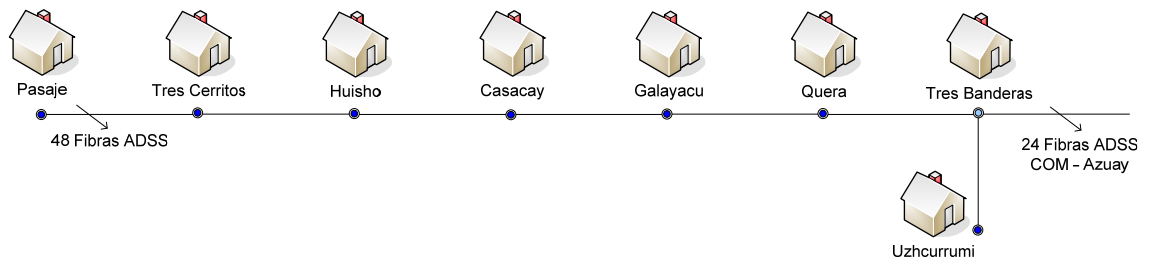


Figura 2. 12 Proyección de la red de CNT-EP El Oro

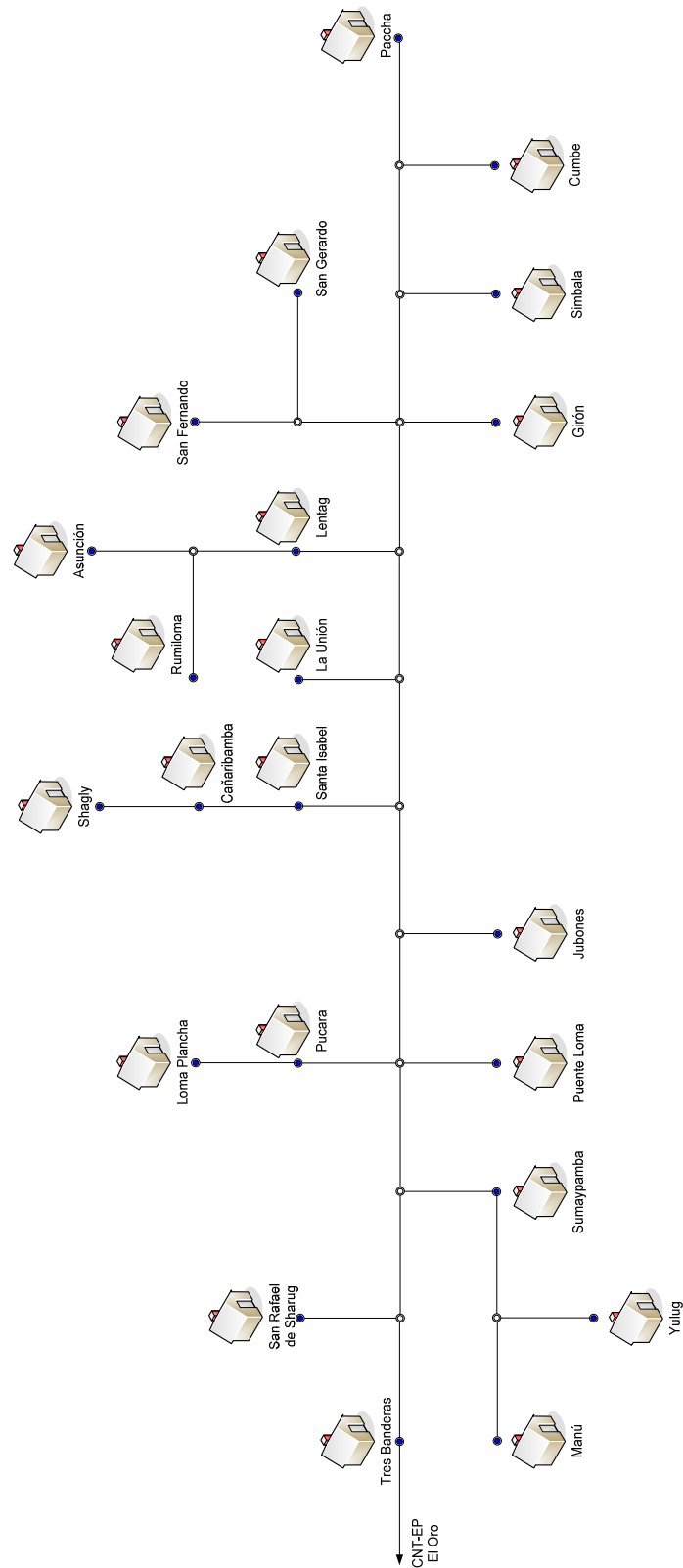


Figura 2.13 Proyección de la red para CNT-EP

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LA RED MEDIANTE FIBRA ÓPTICA PARA APLICACIÓN TRIPLE PLAY

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LA RED MEDIANTE FIBRA ÓPTICA PARA APLICACIÓN TRIPLE PLAY

3.1 SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES SOBRE FIBRA ÓPTICA PARA APLICACIÓN TRIPLE PLAY

3.1.1 Paquete triple play

El paquete triple play consiste en la oferta a los usuarios de tres servicios de telecomunicaciones que son telefonía, televisión y datos.

Telefonía.- Este servicio es quizá el más primitivo dentro de las telecomunicaciones y consiste en la comunicación hablada entre dos puntos terminales que acceden a través de la PSTN y poseen un canal dedicado.

Televisión.- Es el servicio de señales de video y voz bajo la metodología de difusión, en donde se otorga al cliente un número determinado de canales nacionales e internacionales. Puede realizarse bajo protocolos estándar o por medio de protocolos como IPTV; los formatos existentes difieren entre sí en la tasa de transmisión que depende directamente de la calidad de video y voz, en la tabla 3.1 se observan los codecs más utilizados.

Formato	Bitrate	Frame Rate (típico)	Algoritmo	Aplicaciones
MPEG-1	1,5 Mbit/s	25/30	DCT	CDi, Video CD, Internet Dowload
MPEG-2	1,5 – 15 Mbit/s	25/30	DCT	DVB, DVD, Sat., etc
H-320	128 Kbit/s	15/20	DCT	Cideoconf. Sobre ISDN
H-323	256 Kbit/s	20/30	DCT	Video conf. Intranet
H-324	28 Kbit/s	1/12	DCT	Videoconf. Sobre POTS
Fractal	28 Kbit/s a 6 Mbit/s	7/30	Prop	Edición no lineal
JPEG	30 Mbit/s	25/30	DCT	Edición no lineal

Tabla 3.1 Formato de video para TV (Fuente: Ochoa, 2008 [13])

Datos.- Se considera como la velocidad o transferencia en tasa de datos medida en bits por segundo (bps) de subida y bajada, con la que el cliente navega a través de la red internet.

CNT-EP ofrece al cliente las diferentes tarifas que se especifica en la tabla 3.2, que de acuerdo a esta se realizará el cálculo de la tasa de tráfico demandada por los usuarios.

Tarifas	Tasa Down kbps	Tasa Up kbps
Tarifa 1	600	250
Tarifa 2	1024	250
Tarifa 3	1400	250
Tarifa 4	1600	250
Tarifa 5	2000	500
Tarifa 6	3100	500
Tarifa 7	4100	500

Tabla 3.2 Tarifas de Internet de CNT (Fuente: CNT-EP, 2010)

3.1.2 Proyección de servicios adicionales

Cuadru play.- Consiste en los mismos servicios que se oferta en triple play con la distinción en la telefonía en dos ámbitos que son: fija y móvil.

Telefonía móvil.- Se trata de una red de tal forma que la comunicación se realiza inalámbricamente, en donde una estación posee una cobertura en un área determinada y los móviles se encuentran dentro de esta, además posee la capacidad de interconexión con la telefonía fija.

SVA.- Servicios de valor agregado radican en el uso del medio para servicios extras de triple play. Puede dirigirse a aplicaciones como videoconferencia, domótica, entre otros.

Pay per view.- Se trata de un servicio “pague por ver” que consiste en la petición de audio y video en exclusivo, se facturará al abonado en función a la demanda individual que ocasionó a la red.

3.2 CÁLCULOS Y PROYECCIÓN DEL TRÁFICO DE LAS POBLACIONES

3.2.1 Capacidad de radioenlaces actuales en la red CNT-EP Azuay

Los radioenlaces actualmente se utilizan para ofertar servicios de telecomunicaciones como son la telefonía e internet en la región, además soportan el tráfico de redes CDMA 450 en poblados alejados de zonas urbanas; la desventaja de esta tecnología es lo limitada que se encuentra en cuanto a la capacidad de tráfico que puede llegar a soportar, el interés de CNT-EP Azuay es reemplazarlos paulatinamente e introducir la red de fibra óptica, podemos observar en la tabla 3.3 el tráfico que poseen los radioenlaces existentes en la zona sur de la provincia del Azuay y que se encuentra en operación como soporte.

Capacidades por radio para la zona sur				
Localidad	Localidad	Tecnología	Tráfico	Mbps
Cuenca	Simbala	F.O.	3 STM1	466,56
Simbala	Girón	Ericsson Mililink	34 M	34
Simbala	San Fernando	Huawei RTN 620 PDH	42 M	42
Simbala	Sta. Isabel	RTN 620 huawei SDH	1 STM1 + 34M	197,52
Simbala	Jarata	RTN 620 huawei SDH	1 STM1 + 34M	197,52
Sta. Isabel	Unión	RTN 620 huawei PDH	42 M	42
Loma Plancha	Sarayunga	Radiador Isotrópico ALCATEL	1 E1	2,048
Gallil	Mirin (Cumbe)	Radiador Isotrópico ALCATEL	1 E1	2,048
Sr Pungo	Simbala	RTN 620 huawei SDH	2 + 1 STM1	311,04
Sr Pungo	Gallil	RTN 620 huawei SDH	1 + 5 STM1	777,6
Simbala	San Gerardo	Radiador Isotrópico ALCATEL	1 E1	2,048
Loma Plancha	Pucará	Huawei RTN 620 PDH	42 M	42

Tabla 3.3 Capacidades actuales por radio para la zona sur del país (Fuente: CNT-EP Azuay, 2010)

3.2.2 Proyección de la demanda de CNT-EP-Azuay

La ambición de CNT-EP Azuay radica en la oferta integral del servicio triple play, es así que en el estudio de las localidades y poblaciones se ha determinado garantizar la cobertura y confiabilidad de las telecomunicaciones en un tiempo mayor a 15 años, por medio de esta consideración en la tabla 3.4 se presentan los datos poblacionales por familias con un promedio de 5 integrantes proyectados para los años 2010, 2020 y 2030 de los sectores que abarcaran cada uno de los ADMs ubicados en las centrales estratégicas.

Código	Sector de cobertura	Equipo	Usuarios 2010	Usuarios 2020	Usuarios 2030
L1 Central CNT-EP Simbala	Simbala, Cumbe	ADM1	1190	1388	1618
L2 Central CNT-EP Girón	Girón, San Gerardo San Fernando	ADM2	3246	3786	4414
L3 Central CNT-EP Lentag	Lentag, Rumiloma, Asunción, La Unión	ADM2	1659	1935	2306
L4 Central CNT-EP Santa Isabel	Sta. Isabel, Zhaglly, Cañaribamba, Jubones, Puente Loma, Sumaypamba, Yulug, Manú	ADM1	4695	4558	6043
L5 Central CNT-EP Loma Plancha	Pucará, Loma Plancha	ADM1	1968	2294	2676
L6 Central CNT-EP Tres Banderas	Tres Banderas, Uzhcurrumi, San Rafael de Sharug	ADM1	737	863	1024

Tabla 3. 4 Población por sectores a dar servicio triple play los años 2010, 2020 y 2030 (Fuente: INEC, 2010)

3.2.3 Índices de penetración de servicios triple play

El mercado de las telecomunicaciones ha pasado de ser un lujo a una necesidad, es así que los índices de penetración actuales son bajos con respecto a la demanda de estos servicios. Los índices de penetración que se tiene en el 2010 y las proyecciones para el 2020 y 2030 se presentan en la tabla 3.5.

Índices de penetración de servicios	VoIp	CATv	Datos
2010	4%	0%	11,81%
2020	17%	17%	17%
2030	25%	25%	25%

Tabla 3.5 *Índices de penetración años 2010, 2020 y 2030*

3.2.4 Parámetros de cálculo de tráfico de servicios triple play.

Los parámetros que se deben tener en cuenta para el cálculo de tráfico son los siguientes:

➤ Calidad de servicio de telefonía IP

La calidad de servicio posee los siguientes umbrales considerados:

- **Máximo Jitter:** Parámetro que más influyente en la calidad de voz IP, es el promedio de diferencias de latencias comprendido entre 5 y 7ms.
- **Máxima Latencia:** Retardo de la llegada de paquetes en voz IP máximo 100ms.
- **Máxima Perdida de Paquetes:** Máximo del 2%.
- **MOS:** Parámetros asociados al cálculo de calidad de voz IP.

Categoría MOS	MOS	Ponderación
Excelente	4,5	1
Bueno	4,0	1
Aceptable	3,6	1
Pobre	3,1	5
Malo	2,6	5
Inaceptable	1,0	5

Tabla 3.6 MOS (Fuente: Ochoa, 2008 [13])

➤ Codificadores de Voz

La voz al ser una señal analógica se necesita digitalizar, paquetizar y transmitirla a través de la red, para realizar este procedimiento se posee Codecs.

➤ Codecs

Su función esencial es la de adecuar la información analógica de voz a un formato digitalizado, que comprime la señal de tal forma que se utiliza una menor tasa de datos.

La mayoría de codecs producen pérdidas de información, a continuación describiremos algunos de ellos para elegir la mejor opción que se encuentre dentro de un rango aceptable del MOS.

- **Waveforms** (forma de onda): MOS (4.3 – 4.7) Excelente calidad de voz, poco retardo pero ocupa mayor tasa de datos, como puede ser el codec G.711
- **Paramétricos:** MOS (3.5 – 3.7) Pobre – Aceptable calidad de voz, alto retardo, utiliza poca tasa de datos, por ejemplo el codec G.723
- **Híbridos:** MOS (3.9 – 4.2) Aceptable – Excelente calidad de voz, poco retardo, consumen poca tasa de datos, como por ejemplo el codec G.729.

Analizando los diferentes tipos de Codecs se emplearán los híbridos de los cuales el G.729 q está especificado por la ITU-T debido a sus condiciones de compresión y de calidad de servicio, las características del mismo se puede apreciar en la Tabla 3.7.

Codec	Rate	Frame	Bytes	Look	MOS	MIPS
G.729	8kbps	10ms	10	5	3.9 – 4.2	20-25

Tabla 3. 7 Codec G.729 (Fuente: Ochoa, 2008 [13])

➤ **Enlace ATM (*Asynchronous Transfer Mode*)**

Modo de transferencia asíncrono es la parte principal de los servicios digitales compuestos que ofrecen las redes para tener mayor capacidad de transmisión en las diferentes prestaciones tales como son: telefonía IP, CaTV y datos.

Aprovecha el sistema de transmisión formando paquetes de longitud constante y pueden ser enviadas individualmente mediante canales y trayectos virtuales dependiendo de su nivel de calidad.

Cada paquete tiene un tamaño de 53 bytes de los cuales se dividen en:

Header.- utiliza 5 bytes del paquete, el cual comprende identificación del canal, detección de errores y si está con información válida o no.

Payload.- tiene 48 bytes que contienen datos de información del usuario.

Su término “asíncrono” quiere decir que los paquetes relacionados a un enlace no tienen un orden constante, todo depende de la importancia y del orden con las cuales se las envían.

A la vez se escogerá una etiqueta MPLS, que distingue a los paquetes en base a los criterios de calidad de servicio (QoS), define el circuito virtual de toda la red, combina la flexibilidad de las comunicaciones y la fiabilidad, calidad, seguridad de ATM; a que en cada red local se puede implantar redes privadas a nivel de capa 3, en las cuales únicamente existe conmutación de etiquetas con un plano de control robusto, ofrece nuevas posibilidades de gestión de backbones como también la disponibilidad de nuevos servicios de valor agregado.

Para el cálculo de tráfico de telefonía IP se debe tener la cantidad total de longitud por paquete o datos a ser enviados, tomando en cuenta los protocolos de voz, RTP, UDP, IP como se muestra en la tabla 3.8.

Protocolo	Tamaño bytes
Voz	Lt.N
RTP	12 (variable)
UDP	8
IP	20(variable hasta 60)
L2	Variable

Tabla 3.8 Longitud de paquete (Fuente: Lairent, 2008 [12])

A la tabla 3.8 se puede agregar una etiqueta MPLS como observamos en la tabla 3.9.

ETIQUETA MPLS		
1 ETIQUETA MPLS	4	BYTES

Tabla 3. 9 Etiqueta MPLS (Fuente: Ochoa, 2008 [13])

Se añade el factor supresión de silencios, que se basa en la detección de la actividad de voz, de tal manera cuando termina la actividad de la transmisión ahorra cantidad de datos, éste factor va desde el 35% al 50%.

SUPRESIÓN DE SILENCIO	
FACTOR	50%

Tabla 3. 10 Factor de supresión de silencios (Fuente: Ochoa, 2008 [13])

Se debe aumentar el factor RTCP que es la información de control que está asociado con la calidad de servicio, representa el 5% más del tráfico total calculado.

RTCP	
FACTOR RESERVA	5%

Tabla 3.11 RTCP (Fuente: Ochoa, 2008 [13])

Una vez obtenido la longitud del paquete total se procede a utilizar la fórmula para el cálculo de la tasa de tráfico:

$$Bw(bps) = Nc \left[\frac{53 \times 8}{N(Tt)} \right]$$

donde:

Bw → Tasa de datos

N → Cantidad de tramas por paquete

Tt → Tiempo de trama

Nc → Número de celdas (depende si es ruteado o bridgeado)

Para el cálculo del número de celdas (Nc) se puede elegir el Header en modo Ruteado o Bridgeado, los que difieren en el paquete del encabezado, a continuación se presentan las fórmulas a utilizarse para el cálculo:

Ruteado

3 bytes	3 bytes	2 bytes	Variable
LLC	OUI	Ethertype	DATAGRAMA IP
0xAA-AA-03	0x00-00-00	0x08-00	

Figura 3.1 Header de ATM Ruteado (Fuente: Lairent, 2008 [12])

$$Nc = \text{Floor} \left[\frac{8 \text{ bytes}(RFC1483) + 8 \text{ bytes}(AAL5) + \text{Longitud del paquete IP}}{48} \right] + 1$$

Bridgeado

3 bytes	3 bytes	2 bytes	2 bytes			
LLC	OUI	PID	PAD	MAC Dest	Resto trama Ethernet	FCS si PID=0x00- 01
0xAA-AA-03	0x00-80-C2	0x00-01-0 0x00-07	0x00-00			

Figura 3.2 Header de ATM Bridgeado (Fuente: Lairent, 2008 [12])

$$Nc = \text{Floor} \left[\frac{10 \text{ bytes}(RFC1483) + 8 \text{ bytes}(AAL5) + \text{Encabezado Ethernet con o sin FCS} + \text{Longitud del paquete IP}}{48} \right] + 1$$

Cálculo de telefonía sobre IP (VoIP)

➤ Paquete IP

Datos del Codec

El códec a utilizar es G.729 mencionado, los datos a utilizar en el cálculo son:

$N = 3$ Tram/paq (cantidad de tramas por paquete)

$L_t = 10$ bytes (longitud de trama)

Paquete del Codec = $L_t * N = 30$ bytes

El paquete IP es la unidad de transporte de información, para VoIP se calcula sumando los bytes de cada protocolo como podemos observar en la tabla 3.9.

Paquete IP	
Paquete	bytes
IP	20
UDP	8
RTP	12
CODEC	30
Total	70

Tabla 3.12 Cálculo de la longitud del paquete (Fuente: Ochoa, 2008 [13])

Cálculo del enlace ATM Ruteado

Se ha escogido este tipo de enlace debido a que se considera el mejor por sus prestaciones, en la tabla 3.10 se detalla el cálculo de la tasa de tráfico de VoIP.

ATM Ruteado		
RFC1483	8	bytes
AAL5	8	bytes
LONGITUD PAQUETE IP	70	bytes
NC =	2	[]
BW =	28266,667	bps
BW =	28,267	kbps

Tabla 3.13 Cálculo de tasa de tráfico ATM Ruteado

Tasa de tráfico de VoIP calculado

Considerando que a la tasa de tráfico de ATM Ruteado se agrega una etiqueta MPLS, el factor de supresión de silencios y el factor de reserva RTCP la nueva tasa de tráfico total sería la mostrada en la tabla 3.14.

BWT	14,84	Kbps
-----	-------	------

Tabla 3. 14 *Cálculo de tasa de tráfico para VoIP*

El cálculo que se observa en la tabla 3.14 corresponde a la tasa de datos para un usuario.

Cálculo de tasa de tráfico para CaTV

CNT-EP tiene la visión de ofertar al mercado la mejor tecnología existente, para ello se analizará a futuro la viabilidad de los diferentes formatos que pueda soportar la red. Para nuestro propósito se ha considerado el formato de alta definición, siendo el MPEG-2 con una tasa entre 1.5 – 15Mbps, dependiendo la aplicación que puede ser DVB, DVD, Sat., etc.

Se ha estimado que se va a emplear una tasa de 15 Mbps por canal de televisión, es una resolución de calidad media alta para toda la red como se muestra en la Tabla 3.15.

BW/Canal (Mbps)
15

Tabla 3.15 *Tasa máxima para CaTV*

Cálculo del tráfico para Internet (Datos)

La velocidad de transferencia total de datos de las diferentes paquetes disponibles por CNT-EP al usuario se presenta en la tabla 3.16, estos paquetes se realizan con una compresión 8:1.

Tarifa	Velocidad Total kbps
Tarifa 1	106,25
Tarifa 2	159,25
Tarifa 3	206,25
Tarifa 4	231,25
Tarifa 5	312,5
Tarifa 6	450
Tarifa 7	575

Tabla 3.16 *Tráfico de internet (datos) para las diferentes tarifas*

3.2.5 Tráfico en puntos de acceso

Demanda en puntos de acceso

Para el cálculo en los puntos de acceso se consideran los datos del INEC con sus respectivas proyecciones de los años 2020 y 2030 respectivamente.

Demanda de telefonía IP

Para determinar se toma en cuenta los índices de penetración actuales del año 2010 y los proyectados para el 2020 y 2030, como podemos observar en la tabla 3.17 la demanda aumenta conforme crece la población, ya que los requerimientos son cada vez más exigentes.

Demanda de VoIP			
Código Sector	2010	2020	2030
L1	48	236	405
L2	130	644	1104
L3	66	329	577
L4	188	775	1511
L5	79	390	669
L6	29	147	256

Tabla 3.17 *Demanda de Voz IP*

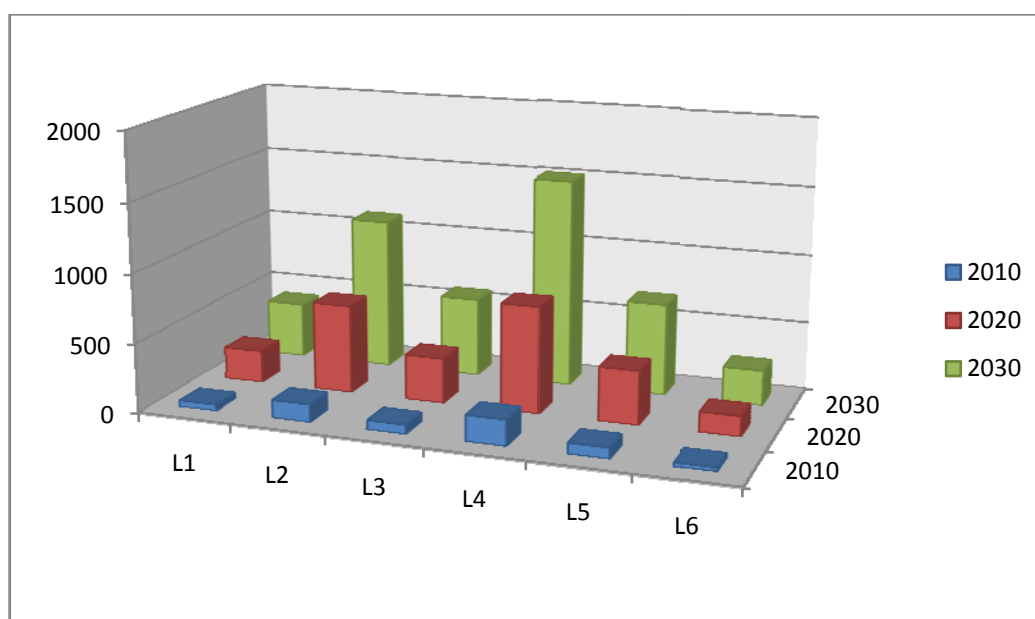


Figura 3.3 Demanda VoIP

Demanda CaTV

El servicio de CaTV aún no está insertado en el mercado, por esta razón como podemos notar en la tabla 3.18 en el año 2010 no existe demanda en ninguna población, mientras tanto que para los años 2020 y 2030 si existe índice de penetración la cual va aumentando paulatinamente con el transcurso del tiempo.

Demanda de CaTV por ADM			
Código Sector	2010	2020	2030
L1	0	236	405
L2	0	644	1104
L3	0	329	577
L4	0	905	1511
L5	0	390	669
L6	0	147	256

Tabla 3.18 Demanda de CaTV

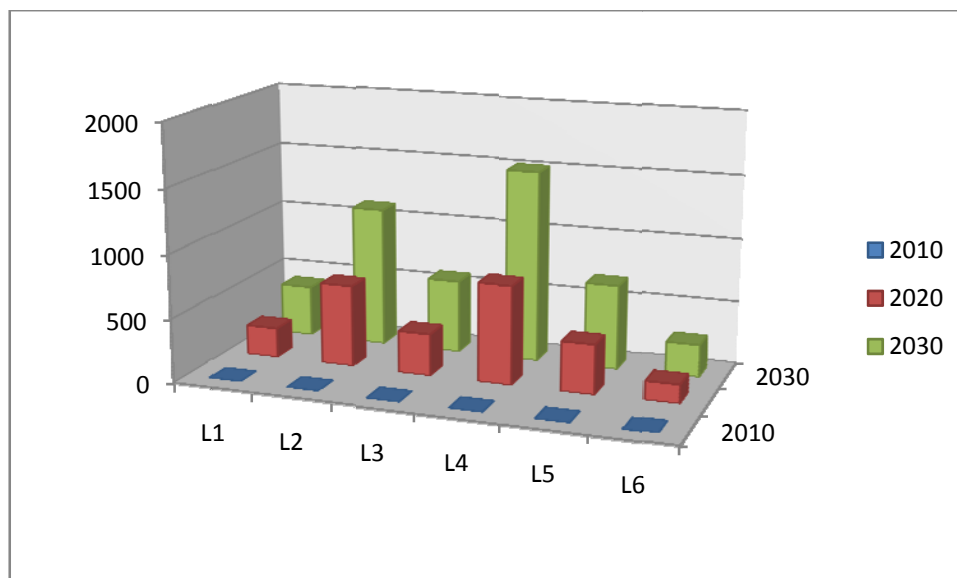


Figura 3.4 Demanda CaTV

Demanda Datos

Los datos es el servicio por excelencia con mayor demanda, su incremento es significativo con el transcurso del tiempo, debido a que es una necesidad básica estar conectado en el mundo del internet, al ser una herramienta para cualquier actividad que se realice como: trabajo, estudio e investigación, comercio y economía, entre otros; se puede observar el incremento que se estima en los años 2020 y 2030 en la tabla 3.19.

Demanda de datos			
Código Localidad	2010	2020	2030
L1	141	236	405
L2	383	644	1104
L3	196	329	577
L4	554	775	1511
L5	232	390	669
L6	87	147	256

Tabla 3. 19 Demanda de Datos

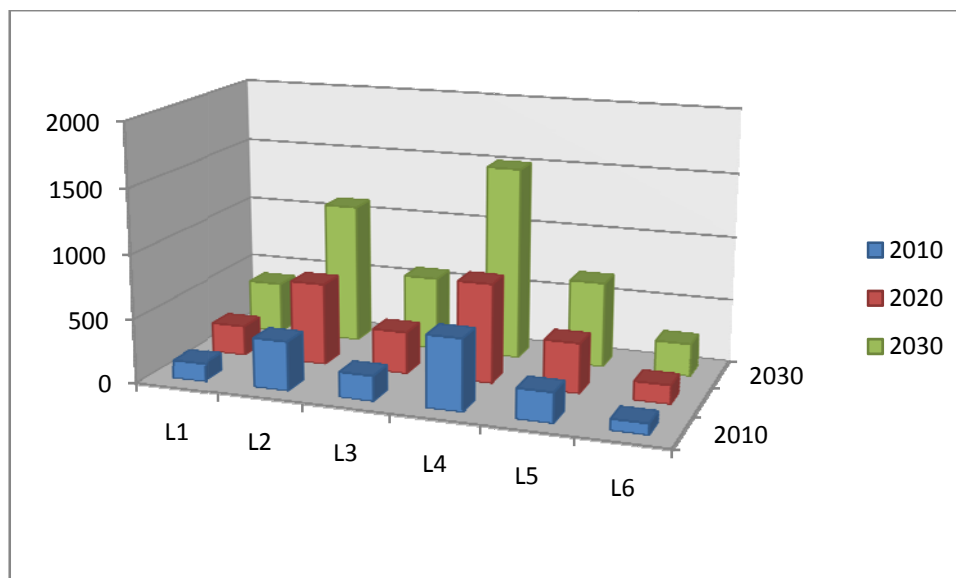


Figura 3.5 Demanda Datos

De la demanda general de datos podemos detallar las demandas en cada uno de los planes o tarifas que oferta CNT-EP que se muestran en la tabla 3.20.

Tarifa	Velocidad Down kbps	Velocidad Up kbps	Velocidad Total kbps	Demanda
Tarifa 1	600	250	850	18,00%
Tarifa 2	1024	250	1274	2,00%
Tarifa 3	1400	250	1650	1,75%
Tarifa 4	1600	250	1850	1,25%
Tarifa 5	2000	500	2500	1,00%
Tarifa 6	3100	500	3600	0,75%
Tarifa 7	4100	500	4600	0,25%

Tabla 3.20 Demanda de Datos de los diferentes planes



Figura 3.6 Demanda de planes de Datos

Cálculo de tráfico en puntos de acceso

Tasa de tráfico de voz IP

En nuestro país es un servicio básico, la tabla 3.21 hace referencia a la velocidad de tráfico causado por telefonía en el año 2010, así como los estimados en el 2020 y 2030.

Bw por sector (Mbps)			
Sector	2010	2020	2030
L1	0,71	3,50	6,00
L2	1,93	9,55	16,38
L3	0,98	4,88	8,56
L4	2,79	11,50	22,42
L5	1,17	5,79	9,93
L6	0,44	2,18	3,80

Tabla 3. 21 *Trafico de VoIP*

Tasa de tráfico de televisión (CaTV)

CaTV es un servicio nuevo que está incursionando la CNT-EP Azuay, en el año 2010 no se cuenta aún con la oferta de este servicio, pero se prevé ofertar este servicio en el transcurso del 2012.

En la tabla 3.22 se encuentra el tráfico calculado de CaTV para los años 2010, 2020 y 2030, observamos que es el mismo porque se van a ofertar 60 canales durante este tiempo con la tasa de transferencia de 15 Mbps por canal, resultando la tasa máxima para CaTV en modo broadcast sobre toda la red.

BW/Canal (Mbps)	# Canales	Total BW (Mbps)
15	60	900

Tabla 3.22 *Trafico de CaTV*

Tasa de tráfico de Datos (Internet)

El cálculo de tasa de tráfico de datos en el 2010 se ha seccionado en los sectores en donde se cuenta con un ADM, la tabla 3.23 ilustra dicho cálculo segmentando con los planes ofertados.

Bw 2010									
Sector	Plan 1 (kbps)	Plan 2 (kbps)	Plan 3 (kbps)	Plan 4 (kbps)	Plan 5 (kbps)	Plan 6 (kbps)	Plan 7 (kbps)	Total kbps	Total Mbps
L1	2688	448	507	406	439	474	202	5164	5
L2	7332	1221	1384	1108	1198	1294	551	14087	14
L3	3747	624	707	566	612	661	282	7200	7
L4	10604	1766	2001	1603	1733	1871	797	20376	20
L5	4445	740	839	672	726	784	334	8541	9
L6	1665	277	314	252	272	294	125	3198	3

Tabla 3. 23 *Trafico Datos 2010*

Con las poblaciones proyectadas por el INEC en los años 2020 y 2030, las necesidades de estar conectado a internet evidentemente se incrementan, los resultados estimados de demanda se muestran en las tablas 3.24 y 3.25.

Bw 2020									
Código	Plan 1 (kbps)	Plan 2 (kbps)	Plan 3 (kbps)	Plan 4 (kbps)	Plan 5 (kbps)	Plan 6 (kbps)	Plan 7 (kbps)	Total kbps	Total Mbps
L1	4513	752	852	682	737	796	339	8671	9
L2	12309	2050	2323	1860	2011	2172	925	23651	24
L3	6291	1048	1187	951	1028	1110	473	12088	12
L4	17306	2882	3266	2616	2828	3054	1301	33253	33
L5	7458	1242	1408	1127	1219	1316	561	14331	14
L6	2806	467	530	424	458	495	211	5391	5

Tabla 3.24 *Trafico Datos 2020*

Bw 2030									
Código	Plan 1 (kbps)	Plan 2 (kbps)	Plan 3 (kbps)	Plan 4 (kbps)	Plan 5 (kbps)	Plan 6 (kbps)	Plan 7 (kbps)	Total kbps	Total Mbps
L1	7736,06	1288,33	1459,99	1169,26	1264,0625	1365,19	581,47	14864,36	14,86
L2	21104,44	3514,65	3982,95	3189,80	3448,4375	3724,31	1586,28	40550,87	40,55
L3	11025,56	1836,15	2080,80	1666,45	1801,5625	1945,69	828,72	21184,93	21,18
L4	28893,09	4811,74	5452,86	4367,01	4721,09375	5098,78	2171,70	55516,29	55,52
L5	12794,63	2130,77	2414,67	1933,83	2090,625	2257,88	961,69	24584,08	24,58
L6	4896,00	815,36	924,00	740,00	800	864,00	368,00	9407,36	9,41

Tabla 3.25 *Tráfico Datos 2030*

Tráfico total de cada Central

Se trata del tráfico que se va a requerir para servir a la población en la actualidad como para las próximas dos décadas, se enseña las cifras en la tabla 3.26.

Bw Total por localidad Mbps				
Código Localidad	Central	2010	2020	2030
L1	Central CNT-EP Simbala	906	912	921
L2	Central CNT-EP Girón	916	933	957
L3	Central CNT-EP Lentag	908	917	930
L4	Central CNT-EP Santa Isabel	923	947	978
L5	Central CNT-EP Loma Plancha	910	920	935
L6	Central CNT-EP Tres Banderas	904	908	913
Total		7477	7557	7663

Tabla 3. 26 *Tráfico Total de cada Central 2010, 2020 y 2030*

3.2.6 Tráfico en puntos terminales

Demanda provincial de servicios triple play

Se emplea la población familiar considerando que posee cinco integrantes a nivel de provincia, que se observa en la tabla 3.27 para los años 2010, 2020 y 2030 del Azuay y de El Oro.

POBLACIÓN POR PROVINCIA			
Provincia	2010	2020	2030
Azuay	142868	166606	194287
El Oro	128496	138242	148728

Tabla 3.27 *Población familiar de 2010,2020 y 2030 del Azuay y de El Oro.*

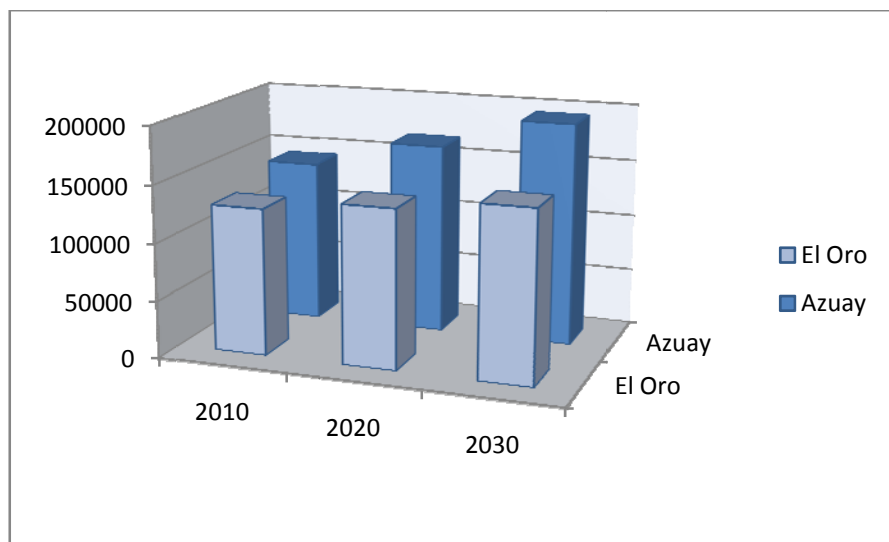


Figura 3.7 Población familiar de 2010,2020 y 2030 del Azuay y de El Oro.

Demanda provincial de VoIP

Se puede apreciar en la tabla 3.28 como aumenta la demanda para los años 2020 y 2030 partiendo del año 2010.

Demanda de VoIP provincial			
Provincia	2010	2020	2030
Azuay	5715	28323	48572
El Oro	5140	23501	37182

Tabla 3. 28 Demanda provincial de VoIP.

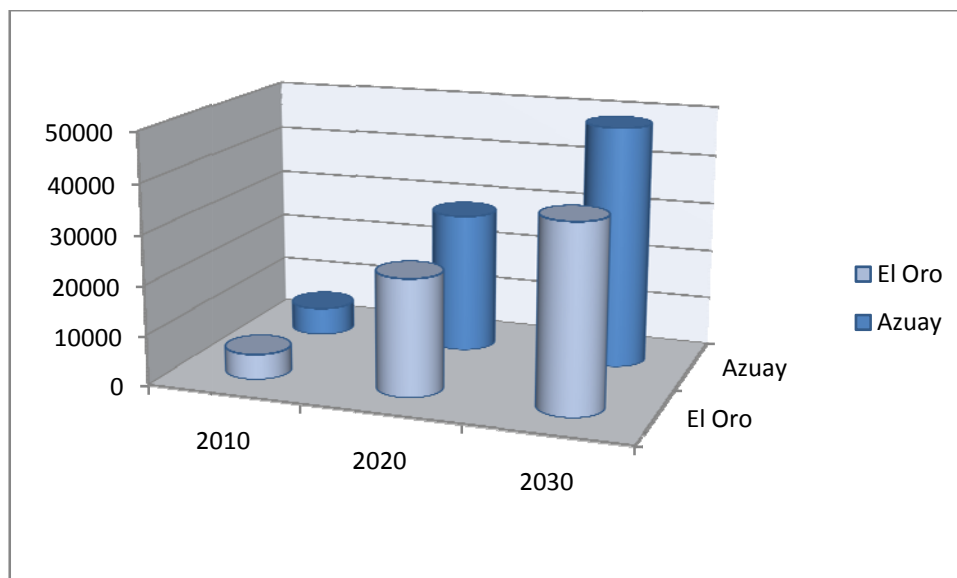


Figura 3.8 Demanda provincial de VoIP.

Demanda provincial de CaTV

Se debe tener en cuenta que la demanda es nula en el año 2010 debido a que no se oferta este servicio, sin embargo se calcula la demanda estimada para el 2020 y 2030 mostrado en la tabla 3.29.

Demanda de VoIP provincial			
Provincia	2010	2020	2030
Azuay	0	28323	48572
El Oro	0	23501	37182

Tabla 3. 29 Demanda provincial de CaTV.

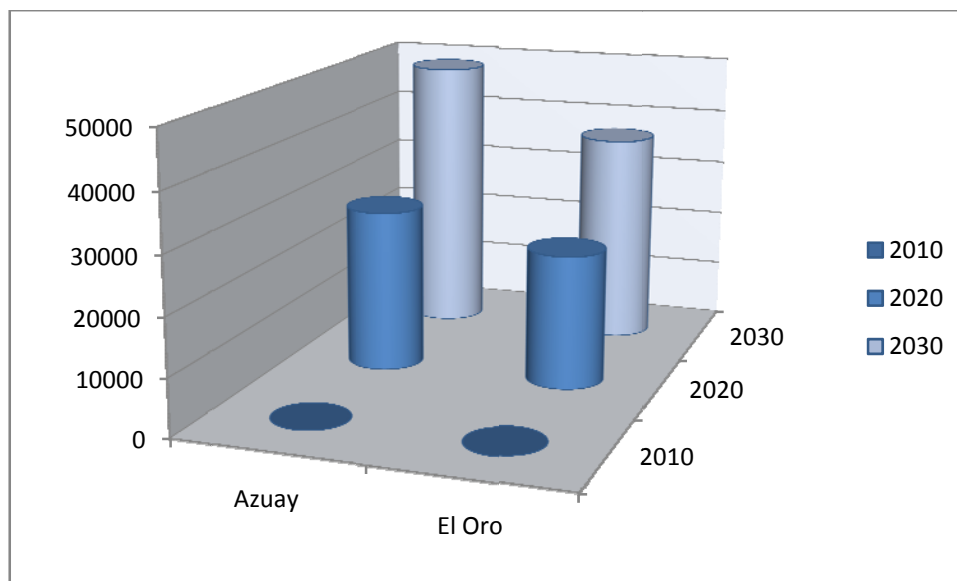


Figura 3. 9 Demanda provincial de CaTV.

Demanda de Datos

La tabla 3.30 se observa la actual demanda de datos, así como la proyección de demanda de datos en las provincias del Azuay y de El Oro para los años 2020 y 2030.

Demanda de VoIP provincial			
Provincia	2010	2020	2030
Azuay	16873	28323	48572
El Oro	15175	23501	37182

Tabla 3. 30 Demanda provincial de Datos.

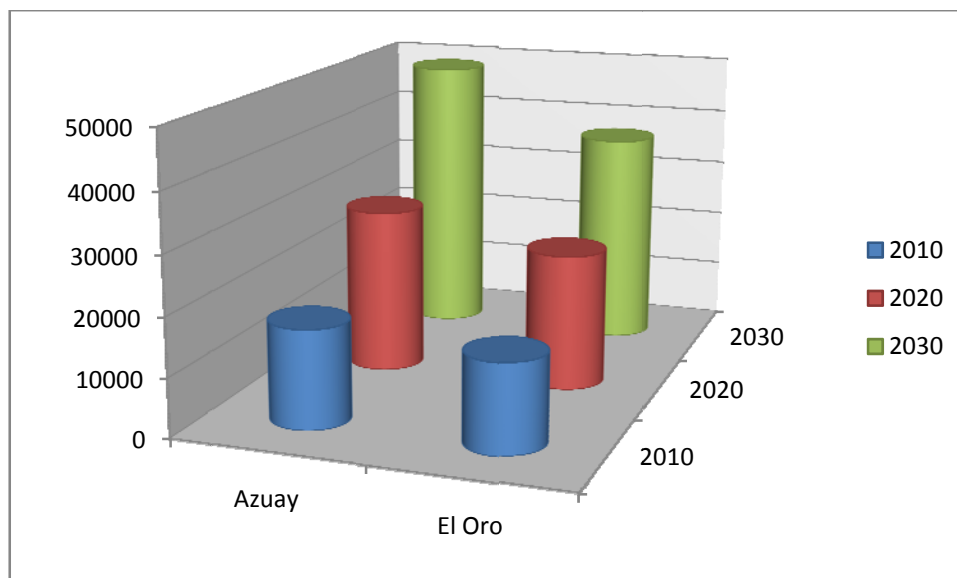


Figura 3.10 Demanda provincial de Datos.

Tráfico a nivel provincial del 2010 y proyecciones del 2020 y 2030 de los servicios triple play.

Tráfico de VoIP

Se encuentra desglosada la demanda de la tasa de tráfico provincial del servicio de VoIP, se muestra en la tabla 3.28

Bw Provincial (Mbps)			
Código Localidad	2010	2020	2030
Azuay	84,81	420,31	720,80
El Oro	76,28	348,76	551,78

Tabla 3. 31 Tráfico provincial de Voz IP

Tráfico de CaTV

El cálculo del tráfico de CaTV, es el mismo mostrado en la Tabla 3.22, por la razón que se tendrá una red broadcast para este servicio.

Tráfico de Datos

El cálculo de tráfico de datos de internet en el año 2010 está dividido en los diferentes planes que se ofertan, se ilustra en la tabla 3.32.

Bw 2010									
Provincia	Plan 1 (kbps)	Plan 2 (kbps)	Plan 3 (kbps)	Plan 4 (kbps)	Plan 5 (kbps)	Plan 6 (kbps)	Plan 7 (kbps)	Total kbps	Total Mbps
Azuay	109294	18201	20627	16519	17859	19287	8215	210002	210
El Oro	98299	16370	18552	14857	16062	17347	7389	188876	189

Tabla 3.32 Tráfico de Datos en el año 2010

De igual manera en la tabla 3.33 y 3.34 se encuentra la información de tasa de tráfico proyectada para las provincias de El Oro y del Azuay con los distintos planes para los años 2020 y 2030.

Bw 2020									
Provincia	Plan 1 (kbps)	Plan 2 (kbps)	Plan 3 (kbps)	Plan 4 (kbps)	Plan 5 (kbps)	Plan 6 (kbps)	Plan 7 (kbps)	Total kbps	Total Mbps
Azuay	254907	42451	48107	38528	41652	44984	19160	489788	490
El Oro	98299	16370	18552	14857	16062	17347	7389	188876	189

Tabla 3.33 Tráfico de Datos en el año 2020

Bw 2030									
Provincia	Plan 1 (kbps)	Plan 2 (kbps)	Plan 3 (kbps)	Plan 4 (kbps)	Plan 5 (kbps)	Plan 6 (kbps)	Plan 7 (kbps)	Total kbps	Total Mbps
Azuay	445889	74256	84151	67393	72858	78686	33515	856747	857
El Oro	341331	56844	64418	51590	55773	60235	25656	655846	656

Tabla 3.34 Tráfico de Datos en el año 2030

Cálculo de tráfico total provincial

Con la ayuda de los cálculos previos de las tablas 3.32, 3.33 y 3.34 de las tasas de tráfico de datos se puede calcular la total a nivel provincial mostrada en la tabla 3.35.

Tráfico provincial (Mbps)			
Provincia	2010	2020	2030
Azuay	295	1810	2478
El Oro	265	1438	2108
Total	2570	5268	6615

Tabla 3.35 Tráfico provincial de los años 2010, 2020 y 2030

3.2.7 Jerarquía digital para aplicación triple play

La jerarquía digital de transporte que se va a utilizar es la Jerarquía Digital Sincrónica (SDH), debido a que está diseñado para proveer una infraestructura más sencilla, económica, flexible para las telecomunicaciones, además proporciona capacidades mayores de transmisión de red con respecto a sistemas asíncronos; su estructura al contener gran información en la cabecera (overhead) abastece de funciones tales como: Señales de provisión de alarmas (AIS), monitoreo de rendimiento de errores, información de ajustes de punteros (pointers), estado de la ruta, trazado de la ruta, sección de trazado.

La Trama fundamental de SDH es STM-1 dando lugar a los niveles STM-4, STM-16 y STM-64, la trama se transmite a razón de 8000 veces por segundo, es decir, se transmite en 125µs. Para el cálculo de su tasa de transmisión se debe multiplicar velocidad de la trama por el número de octetos, por el número de filas y por los bits que tiene 1 byte entonces se obtiene la siguiente Tabla 3.36.

SDH	VELOCIDAD DE DATOS	DE CARGA ÚTIL
STM-1	152,52Mbps	150,336 Mbps
STM-4	622,08Mbps	601,344Mbps
STM-16	2488,32Mbps	2405,376 Mbps
STM-64	9953,28Mbps	9621,504 Mbps
STM-256	39823,12Mbps	38486,16Mbps
STM-512	79626,12Mbps	76972,032 Mbps

Tabla 3.36 Velocidad de transmisión SDH (Fuente: Ochoa, 2008 [13])

Con ayuda de la Tabla 3.36 se puede deducir los niveles de SDH que se va a usar en las diferentes redes.

En la red troncal se va a manejar un STM-64 previsto para el año 2030, ya que necesita de una tasa de $6615\text{Mbps} = 6,615\text{Gbps}$.

3.3 INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS A UTILIZAR

Proyección de Postería.- Realizados los levantamientos de información en los recorridos de campo en donde se procedió a establecer un mejor criterio de ubicación de la estructura por medio de sistemas de geo referencia, se ha proyectado los postes de hormigón armado para cada uno de los tramos troncales y de acceso. El detalle de las coordenadas, vanos y herrajes de cada uno de los postes se encuentran como archivos en formato electrónico adjuntos denominados *Troncales_FO_CNT-EP.xlsx* y *Accesos_FO_CNT-EP.xlsx*. Los datos totales se detallan en la sección 3.4.

Canalización.- En el diseño se ha considerado la canalización existente que posee CNT-EP, en los accesos a las centrales de Lentag, Girón, Abdón Calderón La Unión, Santa Isabel y Tres Banderas.

Fibra ADSS G655.- Las comparaciones de este tipo de fibra frente a OPGW y Figura8 hacen que la ambición de red de CNT-EP para la cobertura en la región sea la idónea por diversos aspectos y características destacables como:

- confiabilidad
- fácil instalación y mantenimiento
- los costos del cable son los más bajos y
- simplicidad en las bifurcaciones.

ADM.- Se trata de un equipo de nueva generación que cumple la función de multiplexar por medio de la técnica Add/Drop, es decir, extrae o inserta datos al flujo total de la red, puede operar como elemento final, de paso o en anillo. En el mercado se encuentran de diferentes fabricantes y capacidades.

Realizando un análisis de: los resultados obtenidos en la sección 3.2, topología actual de CNT-EP mostrado en la figura 2.11, geografía de la región y los requerimientos del Departamento de Gestión, se sugiere la instalación de las plataformas en las centrales estratégicas como se observa en la tabla 3.37, siendo el ADM0 el de mejores prestaciones para la administración y el ADM2 el de menor jerarquía.

Equipo	Centrales
ADM 2	Lentag, Girón
ADM 1	Simbala, Santa Isabel, Loma Plancha, Tres Banderas
ADM 0	Paccha-Cuenca, Pasaje

Tabla 3. 37 Asignación de ADM

Supongamos un caso extremo: imaginemos que el tráfico de las dos provincias fuera únicamente entre éstas, significa que 6.615 Gbps sería la conmutación cruzada en donde los equipos de gestión deberían garantizar esta tasa prevista para el 2030. Los equipos ADM0, ADM1 y ADM2 deben estar dimensionados de acuerdo a estas consideraciones, adicionando el cruce de tráfico nacional que utilice la red troncal. El ADM 2 es el equipo de menor capacidad de conmutación predispuesto en el diseño de la red, la característica de éste es que posee 20 Gbps, en donde podemos notar que el tráfico estimado para el 2030 ocuparía un tercio de su capacidad, quedando disponibles dos tercios para el tráfico nacional.

3.4 DETERMINACIÓN DEL ENLACE

El diseño de la red contiene el enlace troncal Cuenca-Girón-Pasaje, así como los de acceso hacia las centrales. La figura 3.11 contiene una vista panorámica absoluta de los trayectos principal y de accesos, evidentemente los detalles es imposible examinar con una elevada resolución de la figura, esto se debe a la gran cobertura que abarcará esta red de fibra óptica, para observar el diseño completo es imprescindible la exploración sobre el archivo en formato electrónico CAD designado como *Red_FO_CNT-EP.dwg*.

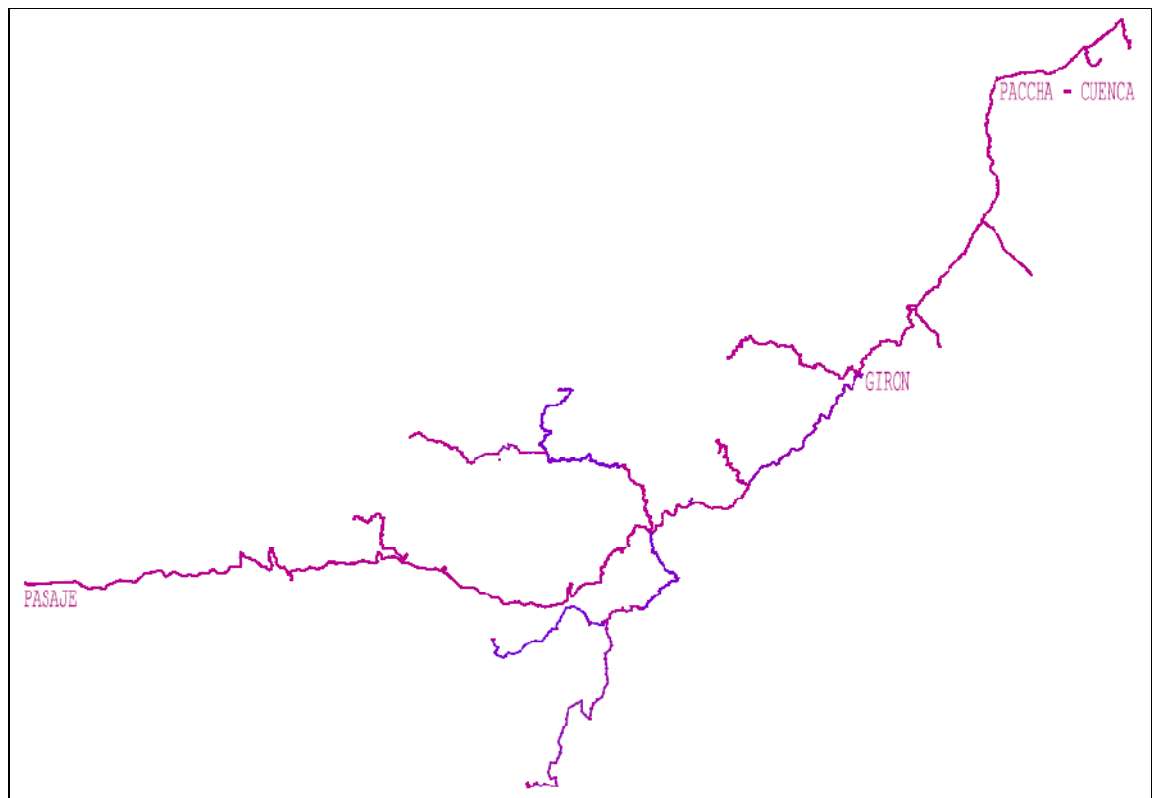


Figura 3. 11 Vista CAD de red de fibra óptica Cuenca - Girón - Pasaje

3.4.1 Enlace troncal

El enlace troncal Cuenca-Girón-Pasaje posee un total de 167.2 Km proyectado en fibra óptica ADSS bajo la norma ITU-G655 para vanos de 120 m de 48 hilos, que será instalada en la postería existente; en los tramos en los que no se cuente con postería se ha proyectado que sean de hormigón armado de 11 m de altura y su ubicación se determinó con vanos no mayores de 120m y se designó el punto en coordenadas WGS 84. Todas las proyecciones fueron realizadas analizando de la geografía del terreno.

Se ha dividido en 11 tramos a todo el enlace troncal desde Paccha en Cuenca hasta Pasaje que se detallan a continuación. Este diseño por tramos se debe a que la red será construida paulatinamente a partir del de mayor necesidad hasta lograr completar toda la red.



Desde:	CNT-EP Paccha	Hasta:	Entrada a Rayoloma
Dirección:	x = 729307.5227; y = 9679141.5162	Dirección:	x = 725399.5080; y = 79214.5690
m.s.n.m.	2587	m.s.n.m.	2466
			
Longitud 2D CAD: (m)		7598,5057	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR. En la Autopista Cuenca-Azogues existe un puente a desnivel en donde el cable se sujetará en la estructura inferior por medio de herrajes de retención.
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		7712,4833	
Reserva en extremo Central (50m): 1		50	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 2x2		80	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalización (m): 0		0	
Reservas de 30m c/500m: 14		420	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		8262,4833	
PE - Postes Existentes:		164	
PP - Postes Proyectados:		1	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		165	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		48	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		110	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		56	

Tabla 3. 38 Datos de tramo troncal 01



Desde:	Entrada a Rayoloma	Hasta:	Estacion de Cumbe
Dirección:	x = 725399.5080; y = 9679214.5690	Dirección:	x = 716441.5190; y = 9664067.6190
m.s.n.m.	2466	m.s.n.m.	2672
			
Longitud 2D CAD: (m)		22850,6842	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR. El cable será instalado por la vía antigua debido a que contiene un mayor número de postería existente al ser este tramo zona poblada.
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		23193,4445	
Reserva en extremo Central (50m): 0		0	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 6x2		240	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalización (m): 0		0	
Reservas de 30m c/500m: 44		1320	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		24753,4445	
PE - Postes Existentes:		554	
PP - Postes Proyectados:		0	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		554	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		48	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		336	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		216	

Tabla 3.39 Datos de tramo troncal 02



Desde:	Estacion de Cumbe	Hasta:	Portete de Tarqui
Dirección:	x = 716441.5190; y = 9664067.6190	Dirección:	x = 709952.0920; y = 9656378.4870
m.s.n.m.	2628	m.s.n.m.	2762
			
Longitud 2D CAD: (m)		10895,9355	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR. El cable será instalado por la vía antigua debido a que contiene un mayor número de postería existente al ser este tramo zona poblada.
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		11059,3745	
Reserva en extremo Central (50m): 0		0	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 3x2		120	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalización (m): 0		0	
Reservas de 30m c/500m: 21		630	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		11809,3745	
PE - Postes Existentes:		161	
PP - Postes Proyectados:		3	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		164	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		48	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		102	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		61	

Tabla 3.40 Datos de tramo troncal 03



Desde:	Portete de Tarqui	Hasta:	Entrada a Giron
Dirección:	x = 709952.0920; y = 9656378.4870	Dirección:	x = 705490.1176; y = 9650538.2810
m.s.n.m.	2762	m.s.n.m.	2103
			
Longitud 2D CAD: (m)		9966,5204	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR. Se ha proyectado postería, pero cabe mencionar que en la actualidad se encuentra en construcción la red de distribución en todo este trayecto con vanos de entre 60 y 80 metros, por lo que no será necesario la postería telefónica
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		10116,0182	
Reserva en extremo Central (50m): 0		0	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 3x2		120	
Subidas (10m c/u): 1		10	
Canalización (m): 0		0	
Reservas de 30m c/500m: 19		570	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		10816,0182	
PE - Postes Existentes:		162	
PP - Postes Proyectados:		31	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		193	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		48	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		131	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		62	

Tabla 3. 41 Datos de tramo troncal 04



Desde:	Entrada a Giron	Hasta:	Entrada a Lentag
Dirección:	x = 705490.1176; y = 9650538.2810	Dirección:	x = 695928.9310; y = 9640730.6800
m.s.n.m.	2103	m.s.n.m.	1533
			
Longitud 2D CAD: (m)	16613,3909	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR.	
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)	16862,5917		
Reserva en extremo Central (50m): 0	0		
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 5x2	200		
Subidas (10m c/u): 1	10		
Canalización (m): 0	0		
Reservas de 30m c/500m: 32	960		
Total Cable Fibra Óptica: (m)	18032,5917		
PE - Postes Existentes:	167		
PP - Postes Proyectados:	69		
PT - Postes Telefónicos Existentes:	0		
Total Postes:	236		
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)	48		
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2	156		
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf	80		

Tabla 3.42 Datos de tramo troncal 05



Desde:	Entrada a Lentag	Hasta:	Entrada a La Unión
Dirección:	x = 695928.9310; y = 9640730.6800	Dirección:	x = 690955,6130; y = 9639072,5000
m.s.n.m.	1533	m.s.n.m.	1329
			
Longitud 2D CAD: (m)		6334,0347	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR.
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		6429,0452	
Reserva en extremos de 50m en central: 0		0	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 2x2		80	
Subidas (10m c/u): 1		10	
Canalización (m): 0		0	
Reservas de 30m c/500m: 11		330	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		6849,0452	
PE - Postes Existentes:		106	
PP - Postes Proyectados:		11	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		117	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		48	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		78	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		38	

Tabla 3. 43 Datos de tramo troncal 06



Desde:	Entrada a La Unión	Hasta:	Entrada a Santa Isabel
Dirección:	x = 690928.9734; y = 9639060.0287	Dirección:	x = 687512,7920; y = 9636687,0820
m.s.n.m.	1329	m.s.n.m.	1476
			
Longitud 2D CAD: (m)		5604,5602	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR.
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		5688,6286	
Reserva en extremo Central (50m): 0		0	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 2x2		80	
Subidas (10m c/u): 1		10	
Canalización (m): 0		0	
Reservas de 30m c/500m: 11		330	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		6108,6286	
PE - Postes Existentes:		97	
PP - Postes Proyectados:		0	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		97	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		48	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		72	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		24	

Tabla 3. 44 Datos de tramo troncal 07


Desde:	Entrada a Santa Isabel	Hasta:	Entrada a Puente Loma
Dirección:	x = 687512.7920; y = 9636687.0820	Dirección:	x = 684972.1260; y = 9635152.5900
m.s.n.m.	1475	m.s.n.m.	1531
			
Longitud 2D CAD: (m)		4352,4601	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR.
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		4417,7470	
Reserva en extremo Central (50m): 0		0	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 2x2		80	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalización (m):		0	
Reservas de 30m c/500m: 8		240	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		4737,7470	
PE - Postes Existentes:		51	
PP - Postes Proyectados:		10	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		61	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		48	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		47	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		13	

Tabla 3.45 Datos de tramo troncal 08



Desde:	Entrada a Puente Loma	Hasta:	Tendales
Dirección:	x = 684972.1260; y = 9635152.5900	Dirección:	x = 665483.8490; y = 9634058.1420
m.s.n.m.	1531	m.s.n.m.	771
			
Longitud 2D CAD: (m)		27478,3753	Observaciones: Este tramo la concesion pertenece a la CENTROSUR, pero no existe postería en su mayoría, por ser una zona poco poblada, los postes numerados como 264 y 265 pertenecen a CNEL-El ORO en el sitio Tendales.
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		27890,5509	
Reserva en extremo Central (50m): 0		0	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 7x2		280	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalización (m):		0	
Reservas de 30m c/500m: 52		1560	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		29730,5509	
PE - Postes Existentes:		21	
PP - Postes Proyectados:		244	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		265	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		48	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		188	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 15f		75	

Tabla 3.46 Datos de tramo troncal 09



Desde:	Tendales	Hasta:	CNT-EP Tres Banderas
Dirección:	x = 665483.8490; y = 9634058.1420	Dirección:	x = 655544.0236; y = 9633182.0523
m.s.n.m.	771	m.s.n.m.	609
			
Longitud 2D CAD: (m)	12222,5758	Observaciones: Este tramo la concesion pertenece a CNEL - El Oro, aunque el territorio pertenece a Azuay.	
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)	12405,9144		
Reserva en extremo Central (50m): 1	50		
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 3x2	120		
Subidas (10m c/u): 1	10		
Canalización (m): 0	0		
Reservas de 30m c/500m: 23	690		
Total Cable Fibra Óptica: (m)	13275,9144		
PE - Postes Existentes:	117		
PP - Postes Proyectados:	49		
PT - Postes Telefónicos Existentes:	0		
Total Postes:	166		
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)	48		
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2	123		
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf	43		

Tabla 3.47 Datos de tramo troncal 10



Desde:	CNT-EP Tres Banderas	Hasta:	CNT-EP Pasaje
Dirección:	x = 655544.0236; y = 9633182.0523	Dirección:	x = 632538.1820; y = 9632270.2145
m.s.n.m.	609	m.s.n.m.	29
			
Longitud 2D CAD: (m)	30199,9283	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CNEL - El Oro.	
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)	30652,9273		
Reserva en extremo Central (50m): 2	100		
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 8x2	320		
Subidas (10m c/u): 1	10		
Canalización (m): 0	69		
Reservas de 30m c/500m: 58	1740		
Total Cable Fibra Óptica: (m)	32891,9273		
PE - Postes Existentes:	317		
PP - Postes Proyectados:	109		
PT - Postes Telefónicos Existentes:	0		
Total Postes:	426		
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)	48		
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2	289		
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf	137		

Tabla 3.48 Datos de tramo troncal 11

Los tramos troncales se resumen en la tabla 3.49 en donde se observa el total de materiales necesarios para la ejecución de la red Cuenca – Giron – Pasaje sin considerar los tramos de accesos.

Tramo	Desde	Hasta	Empalmes	Total Cable Fibra Óptica: (m)	Tipo de Fibra: ITU-G655 N° hilos:	Fibra para vanos de: (m)	pp - Postes Proyectados:	Americano	Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2	Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf	Abrazaderas:
T_01	CNT-EP Paccha	Entrada a Rayoloma	2	8262,48	48	ADSS 120	1	1	110	56	166
T_02	Entrada a Rayoloma	Estacion de Cumbe	6	24753,44	48		0		336	216	552
T_03	Estacion de Cumbe	Portete de Tarqui	3	11809,37	48		3		102	61	163
T_04	Portete de Tarqui	Entrada a Giron	3	10816,02	48		31		131	62	193
T_05	Entrada a Giron	Entrada a Lentag	5	18032,59	48		69		156	80	236
T_06	Entrada a Lentag	Entrada a La Unión	2	6849,05	48		11		78	38	116
T_07	Entrada a La Unión	Entrada a Santa Isabel	2	6108,63	48		0		72	24	96
T_08	Entrada a Santa Isabel	Entrada a Puente Loma	2	4737,75	48		10		47	13	60
T_09	Entrada a Puente Loma	Tendales	7	29730,55	48		244		188	75	263
T_10	Tendales	CNT-EP Tres Banderas	3	13275,91	48		49		123	43	166
T_11	CNT-EP Tres Banderas	CNT-EP Pasaje	8	32891,93	48		109		289	137	426
TOTAL	CNT-EP Paccha	CNT-EP Pasaje	43	167267,73	-	-	527	1	1632	805	2437

Tabla 3.49 Datos globales de tramos troncales

3.4.2 Enlaces de acceso

Las ventajas de la fibra óptica ADSS bajo la norma ITU-G655, ha determinado su empleo en todos los tramos de acceso, variando en el número de fibras por el requerimiento para la gestión con la central hacia donde se pretende llegar, que puede ser de 12, 24 y 48 hilos, disponibles en el mercado.

Cada uno de los accesos poseen diferentes puntos de vista por la dificultad de la geografía, como son las irregularidades del terreno, las vías de segundo y de tercer orden, ha presentado un análisis complejo para su diseño, por lo que se ha determinado además del empleo de fibra óptica para vanos de 120m, la adquisición de fibra para vanos de 500m en tramos a campo traviesa.

Los tramos de acceso van desde la intersección de fibra que recorre el enlace troncal hasta las centrales de CNT-EP, se detallan a continuación:

Desde:	Entrada Rayoloma	Hasta:	TransElectric Rayoloma
Dirección:	x = 725399.5080; y = 9679214.5690	Dirección:	x = 726870.7670; y = 9678189.2275
m.s.n.m.	2466	m.s.n.m.	2577
			
Longitud 2D CAD: (m)		3129,9969	Observaciones: En este tramo la postera existente pertenece a la CENTROSUR. Este tramo es imprescindible para la comunicación mundial por medio de transelectric con la World Wide Web.
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		3176,9468	
Reserva en extremo Central (50m): 1		50	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 1x2		40	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalización (m):		0	
Reservas de 30m c/500m: 5		150	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		3416,9468	
PE - Postes Existentes:		76	
PP - Postes Proyectados:		0	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		76	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		12	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		46	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		20	

Tabla 3.50 Datos de tramo de acceso 01



Desde:	Estacion de Cumbe	Hasta:	CNT-EP Cumbe
Dirección:	x = 716441.5190; y = 9664067.6190	Dirección:	x = 720726.3163; y = 9659288.0201
m.s.n.m.	2631	m.s.n.m.	2701
			
Longitud 2D CAD: (m)		6659,4142	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		6759,3054	
Reserva en extremo Central (50m): 1		50	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 2x2		80	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalización (m):		0	
Reservas de 30m c/500m: 12		360	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		7249,3054	
PE - Postes Existentes:		114	
PP - Postes Proyectados:		0	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		114	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		12	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		65	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		49	

Tabla 3. 51 Datos de tramo de acceso 02



Desde:	Portete de Tarqui	Hasta:	CNT-EP Simbala
Dirección:	x = 709952.0920; y = 9656378.4870	Dirección:	x = 712698.9180; y = 9653024.1280
m.s.n.m.	2762	m.s.n.m.	3150
			
Longitud 2D CAD: (m)		5196,0278	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		5273,9683	
Reserva en extremo Central (50m): 1		50	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 2x2		80	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalización (m):		0	
Reservas de 30m c/500m: 9		270	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		5673,9683	
PE - Postes Existentes:		20	
PP - Postes Proyectados:		44	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		64	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		24	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		58	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		6	

Tabla 3.52 Datos de tramo de acceso 03



Desde:	Entrada a Giron	Hasta:	CNT-EP Giron
Dirección:	x = 705490.1176; y = 9650538.2810	Dirección:	x = 705924.3370; y = 9650469.8560
m.s.n.m.	2103	m.s.n.m.	2089
			
Longitud 2D CAD: (m)	0,0000	Observaciones: En este tramo CNT-EP posee canalizacion, por lo que no es necesario emplear posteria para fibra aerea.	
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)	0,0000		
Reserva en extremo Central (50m): 1	50		
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 1x2	40		
Subidas (10m c/u): 0	0		
Canalizacion (m):	625,6592		
Reservas de 30m c/500m: 1	30		
Total Cable Fibra Óptica: (m)	745,6592		
PE - Postes Existentes:	0		
PP - Postes Proyectados:	0		
PT - Postes Telefónicos Existentes:	0		
Total Postes:	0		
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)	24		
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2	0		
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf	0		

Tabla 3. 53 Datos de tramo de acceso 04



Desde:	Entrada a Giron	Hasta:	CNT-EP San Gerardo
Dirección:	x = 705490.1176; y = 9650538.2810	Dirección:	x = 699731.8910; y = 9653045.8510
m.s.n.m.	2103	m.s.n.m.	2832
			
Longitud 2D CAD: (m)		10833,3623	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR. CNT-EP tiene proyectado la construcción de la central San Gerardo
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		10995,8628	
Reserva en extremo Central (50m): 1		50	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 3x2		120	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalización (m):		0	
Reservas de 30m c/500m: 20		600	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		11765,8628	
PE - Postes Existentes:		124	
PP - Postes Proyectados:		43	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		167	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		12	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		128	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		39	

Tabla 3. 54 Datos de tramo de acceso 05



Desde:	CNT-EP San Gerardo	Hasta:	CNT-EP San Fernando
Dirección:	x = 699731.8910; y = 9653045.8510	Dirección:	x = 694233.0229; y = 9652075.9107
m.s.n.m.	2832	m.s.n.m.	2739
			
Longitud 2D CAD: (m)		8209,0256	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR.
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		8332,1610	
Reserva en extremo Central (50m): 2		100	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 3x2		120	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalización (m):		0	
Reservas de 30m c/500m: 15		450	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		9002,1610	
PE - Postes Existentes:		142	
PP - Postes Proyectados:		11	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		153	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		12	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		104	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		48	

Tabla 3. 55 Datos de tramo de acceso 06



Desde:	Entrada a Lentag	Hasta:	CNT-EP Lentag
Dirección:	x = 695928.9310; y = 9640730.6800	Dirección:	x = 695397.4398; y = 9641126.3435
m.s.n.m.	1533	m.s.n.m.	1559
			
Longitud 2D CAD: (m)	571,1641	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR. CNT-EP tiene el terreno para la construcción de la Central junto a la policía, una parte del tramo CNT-EP posee canalización.	
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)	579,7315		
Reserva en extremo Central (50m): 1	50		
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 2x2	80		
Subidas (10m c/u): 1	10		
Canalización (m):	240,4718		
Reservas de 30m c/500m: 1	30		
Total Cable Fibra Óptica: (m)	990,2033		
PE - Postes Existentes:	13		
PP - Postes Proyectados:	0		
PT - Postes Telefónicos Existentes:	0		
Total Postes:	13		
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)	24		
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2	9		
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf	4		

Tabla 3. 56 Datos de tramo de acceso 07



Desde:	CNT-EP Lentag	Hasta:	Entrada a Rumiloma
Dirección:	x = 695397.4398; y = 9641126.3435	Dirección:	x = 693580.8290; y = 9644350.5980
m.s.n.m.	1559	m.s.n.m.	2045
			
Longitud 2D CAD: (m)		6028,9314	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		6119,3653	
Reserva en extremo Central (50m): 1		50	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 3x2		80	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalización (m):		0	
Reservas de 30m c/500m: 12		360	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		6609,3653	
PE - Postes Existentes:		101	
PP - Postes Proyectados:		9	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		110	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		12	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		78	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		32	

Tabla 3. 57 Datos de tramo de acceso 08



Desde:	Entrada a Rumiloma	Hasta:	CNT-EP La Asuncion
Dirección:	x = 693580.8290; y = 9644350.5980	Dirección:	x = 693319.2157; y = 9644818.9200
m.s.n.m.	2045	m.s.n.m.	2132
			
Longitud 2D CAD: (m)		961,6748	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR. CNT-EP tiene proyectado la construccion de la central La Asuncion.
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		976,0999	
Reserva en extremo Central (50m): 1		50	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 1x2		40	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalizacion (m):		0	
Reservas de 30m c/500m: 1		30	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		1096,0999	
PE - Postes Existentes:		16	
PP - Postes Proyectados:		3	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		19	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		12	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		13	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		5	

Tabla 3.58 Datos de tramo de acceso 09



Desde:	Entrada a Rumiloma	Hasta:	CNT-EP Rumiloma
Dirección:	x = 693580.8290; y = 9644350.5980	Dirección:	x = 693401.1724; y = 9643660.5893
m.s.n.m.	2045	m.s.n.m.	1992
			
Longitud 2D CAD: (m)		733,6921	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR. CNT-EP tiene proyectado la construcción de la central Rumiloma.
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		744,6975	
Reserva en extremo Central (50m): 1		50	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 1x2		40	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalización (m):		0	
Reservas de 30m c/500m: 1		30	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		864,6975	
PE - Postes Existentes:		16	
PP - Postes Proyectados:		1	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		17	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		12	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		13	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		5	

Tabla 3.59 Datos de tramo de acceso 10



Desde:	Entrada a La Union	Hasta:	CNT-EP La Union
Dirección:	x = 690928.9734; y = 9639060.0287	Dirección:	x = 690945.3550; y = 9639597.3753
m.s.n.m.	1329	m.s.n.m.	1360
			
Longitud 2D CAD: (m)	0,0000	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR, no se requiere su empleo, puesto que CNT-EP posee canalización en todo el trayecto.	
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)	0,0000		
Reserva en extremo Central (50m): 1	50		
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 1x2	40		
Subidas (10m c/u): 0	0		
Canalización (m):	669,4137		
Reservas de 30m c/500m: 1	30		
Total Cable Fibra Óptica: (m)	789,4137		
PE - Postes Existentes:	0		
PP - Postes Proyectados:	0		
PT - Postes Telefónicos Existentes:	0		
Total Postes:	0		
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)	12		
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2	0		
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf	0		

Tabla 3. 60 Datos de tramo de acceso 11

Desde:	Entrada a Santa Isabel	Hasta:	CNT-EP Santa Isabel
Dirección:	x = 687512.7920; y = 9636687.0820	Dirección:	x = 687328.0939; y = 9637883.6906
m.s.n.m.	1475	m.s.n.m.	1604
			
Longitud 2D CAD: (m)		1108,3644	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR, CNT-EP posee dentro de la zona urbana canalización
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		1124,9899	
Reserva en extremo Central (50m): 1		50	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 2x2		80	
Subidas (10m c/u): 1		10	
Canalización (m):		384,6004	
Reservas de 30m c/500m: 3		60	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		1709,5903	
PE - Postes Existentes:		32	
PP - Postes Proyectados:		0	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		32	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		48	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		25	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		7	

Tabla 3. 61 Datos de tramo de acceso 12

Desde:	CNT-EP Santa Isabel	Hasta:	CNT-EP Cañaribamba
Dirección:	x = 687328.0939; y = 9637883.6906	Dirección:	x = 684742.3186; y = 9642382.7222
m.s.n.m.	1604	m.s.n.m.	2204
			
Longitud 2D CAD: (m)		6958,8236	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR.
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		7063,2060	
Reserva en extremo Central (50m): 2		100	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 2x2		80	
Subidas (10m c/u): 1		10	
Canalización (m):		0	
Reservas de 30m c/500m: 13		390	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		7643,2060	
PE - Postes Existentes:		113	
PP - Postes Proyectados:		7	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		120	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		24	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		87	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		33	

Tabla 3.62 Datos de tramo de acceso 13



Datos Tramo: Red Troncal CUENCA-GIRÓN-PASAJE			
Desde:	CNT-EP Cañaribamba	Hasta:	La Libertad
Dirección:	x = 684742.3186; y = 9642382.7222	Dirección:	x = 678189.0900; y = 9643567.5050
m.s.n.m.	2204	m.s.n.m.	2687
			
Longitud 2D CAD: (m)		9883,3124	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR. Se ha considerado hasta ese lugar debido a que es en donde se realizará un empalme con la fibra de Pucara y Lomaplancha que posee un tramo a campo traviesa.
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		10031,5621	
Reserva en extremo Central (50m): 1		50	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u):3x2		120	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalización (m):		0	
Reservas de 30m c/500m: 19		570	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		10771,5621	
PE - Postes Existentes:		100	
PP - Postes Proyectados:		24	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		124	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		12	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		94	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		30	

Tabla 3.63 Datos de tramo de acceso 14



Desde:	La Libertad	Hasta:	CNT-EP Shaglli
Dirección:	x = 678189.0900; y = 9643567.5050	Dirección:	x = 679322.9035; y = 9649209.6944
m.s.n.m.	2687	m.s.n.m.	2727
			
Longitud 2D CAD: (m)		10605,5194	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR. CNT-EP tiene proyectado la construcción de la central Shaglli.
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		10764,6022	
Reserva en extremo Central (50m): 1		50	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 3x2		120	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalización (m):		0	
Reservas de 30m c/500m: 20		600	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		11534,6022	
PE - Postes Existentes:		85	
PP - Postes Proyectados:		42	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		127	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		12	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		101	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		25	

Tabla 3. 64 Datos de tramo de acceso 15



Desde:	CNT-EP Pucara	Hasta:	Via salida de Pucara
Dirección:	x = 669906.7733; y = 9644074.1292	Dirección:	x = 671806.3800; y = 9642729.4730
m.s.n.m.	3193	m.s.n.m.	2973
			
Longitud 2D CAD: (m)		2982,4007	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR, este tramo es por la vía, a partir de este será por campo travezía hacia la intersección con la Vía a Shaglli.
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		3027,1367	
Reserva en extremo Central (50m): 1		50	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 1x2		40	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalización (m):		0	
Reservas de 30m c/500m: 5		150	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		3267,1367	
PE - Postes Existentes:		69	
PP - Postes Proyectados:		0	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		69	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		12	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		44	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		25	

Tabla 3.65 Datos de tramo de acceso I6(1)



Desde:	Via salida de Pucara	Hasta:	La Libertad
Dirección:	x = 671806.3800; y = 9642729.4730	Dirección:	x = 678189.0900; y = 9643567.5050
m.s.n.m.	2973	m.s.n.m.	2687
			
Longitud 2D CAD: (m)		7699,7619	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR. Esta seccion del tramo 16 se empleará fibra para vanos de 500m por ser a campo traviesa.
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		7815,2583	
Reserva en extremo Central (50m): 0		0	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 2x2		80	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalizacion (m):		0	
Reservas de 60m c/Xm: 8		480	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		8375,2583	
PE - Postes Existentes:		27	
PP - Postes Proyectados:		8	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		35	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		12	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		32	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		3	

Tabla 3.66 Datos de tramo de acceso I6(2)

Desde:	CNT-EP Pucara	Hasta:	CNT-EP Loma Plancha
Dirección:	x = 669906.7733; y = 9644074.1292	Dirección:	x = 666237.6082; y = 9644975.3277
m.s.n.m.	3193	m.s.n.m.	3535
			
Longitud 2D CAD: (m)		4469,2097	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR.
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		4536,2478	
Reserva en extremo Central (50m): 2		100	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 2x2		80	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalización (m):		0	
Reservas de 30m c/500m: 8		240	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		4956,2478	
PE - Postes Existentes:		57	
PP - Postes Proyectados:		7	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		64	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		12	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		49	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		16	

Tabla 3.67 Datos de tramo de acceso 17


Desde:	Entrada a Santa Isabel	Hasta:	CNT-EP Jubones
Dirección:	x = 687512.7920; y = 9636687.0820	Dirección:	x = 686465.4116; y = 9629912.3807
m.s.n.m.	1475	m.s.n.m.	1006
			
Longitud 2D CAD: (m)		10574,5974	Observaciones: En este tramo la postera existente pertenece a la CENTROSUR.
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		10733,2163	
Reserva en extremo Central (50m): 1		50	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 3x2		120	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalización (m):		0	
Reservas de 30m c/500m: 20		600	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		11503,2163	
PE - Postes Existentes:		72	
PP - Postes Proyectados:		56	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		128	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		24	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		93	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		35	

Tabla 3.68 Datos de tramo de acceso 18


Desde:	CNT-EP Jubones	Hasta:	CNT-EP Sumaypamba
Dirección:	x = 686465.4116; y = 9629912.3807	Dirección:	x = 683406.4293; y = 9628804.8169
m.s.n.m.	1006	m.s.n.m.	1072
			
Longitud 2D CAD: (m)		4212,7866	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR. En este tramo se empleará fibra para vanos de 500m por ser a campo traviesa.
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		4275,9784	
Reserva en extremo Central (50m): 2		100	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 2x2		40	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalización (m):		0	
Reservas de 30m c/500m: 8		240	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		4655,9784	
PE - Postes Existentes:		41	
PP - Postes Proyectados:		1	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		42	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		24	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		31	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		10	

Tabla 3.69 Datos de tramo de acceso 19

Desde:	CNT-EP Sumaypamba	Hasta:	CNT-EP Manu
Dirección:	x = 683406.4293; y = 9628804.8169	Dirección:	x = 676635.3295; y = 9614639.7655
m.s.n.m.	1072	m.s.n.m.	2203
			
Longitud 2D CAD: (m)	24158,4648	Observaciones: En este tramo no se posee postera existente, la conecion pertenece a EERSA, ésta empresa no posee levantamiento de información de sus redes de distribución en este sector, por lo que se realizó este procedimiento en el area urbana de Manu. En este tramo se empleará fibra para vanos de 500m por ser a campo travesia.	
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)	24520,8418		
Reserva en extremo Central (50m): 2	100		
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 7x2	320		
Subidas (10m c/u): 0	0		
Canalizacion (m):	0		
Reservas de 50m c/Xm: 29	1450		
Total Cable Fibra Óptica: (m)	26390,8418		
PE - Postes Existentes:	34		
PP - Postes Proyectados:	53		
PT - Postes Telefónicos Existentes:	0		
Total Postes:	87		
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)	12		
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2	75		
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf	12		

Tabla 3.70 Datos de tramo de acceso 20

Desde:	CNT-EP Sumaypamaba	Hasta:	CNT-EP San Sebastian de Yulug
Dirección:	x = 683406.4293; y = 9628804.8169	Dirección:	x = 673489.9729; y = 9627248.9513
m.s.n.m.	1072	m.s.n.m.	1508
			
Longitud 2D CAD: (m)		14757,1407	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR. En este tramo se empleará fibra para vanos de 500m por ser a campo traviesa.
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		14978,4978	
Reserva en extremo Central (50m): 2		100	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 4x2		160	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalización (m):		0	
Reservas de 35m c/Xm: 25		875	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		16113,4978	
PE - Postes Existentes:		71	
PP - Postes Proyectados:		6	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		77	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		12	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		65	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		11	

Tabla 3.71 Datos de tramo de acceso 21



Desde:	Entrada a Puente Loma	Hasta:	CNT-EP Puenteloma
Dirección:	x = 684972.1260; y = 9635152.5900	Dirección:	x = 684859.1783; y = 9634805.8556
m.s.n.m.	1531	m.s.n.m.	1566
			
Longitud 2D CAD: (m)		525,7819	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CENTROSUR.
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		533,6687	
Reserva en extremo Central (50m): 1		50	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 1x2		40	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalización (m):		0	
Reservas de 30m c/500m: 1		30	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		653,6687	
PE - Postes Existentes:		5	
PP - Postes Proyectados:		5	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		10	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		12	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		10	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		0	

Tabla 3. 72 Datos de tramo de acceso 22



Desde:	Tendales	Hasta:	CNT-EP San Rafael de Sharug
Dirección:	x = 665483.8490; y = 9634058.1420	Dirección:	x = 661304.9536; y = 9637789.3747
m.s.n.m.	771	m.s.n.m.	1608
			
Longitud 2D CAD: (m)		10931,1884	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CNEL-EL ORO.
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)		11095,1562	
Reserva en extremo Central (50m): 1		50	
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 3x2		120	
Subidas (10m c/u): 0		0	
Canalización (m):		0	
Reservas de 30m c/500m: 21		630	
Total Cable Fibra Óptica: (m)		11895,1562	
PE - Postes Existentes:		24	
PP - Postes Proyectados:		99	
PT - Postes Telefónicos Existentes:		0	
Total Postes:		123	
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)		12	
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2		106	
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf		17	

Tabla 3.73 Datos de tramo de acceso 23



Desde:	CNT-EP Tres Banderas	Hasta:	CNT-EP Uzhcurrumi
Dirección:	x = 655544.0236; y = 9633182.0523	Dirección:	x = 655895.0187; y = 9632505.9961
m.s.n.m.	609	m.s.n.m.	352
			
Longitud 2D CAD: (m)	998,9761	Observaciones: En este tramo la postería existente pertenece a la CNEL-EL ORO. Además existe postería perteneciente a CNT-EP Azuay a campo traveza por sendero peatonal.	
Longitud + Inc. por Catenaria: (m)	1013,9607		
Reserva en extremo Central (50m): 2	100		
Reserva en empalmes a cada lado (20m c/u): 1x2	40		
Subidas (10m c/u): 0	0		
Canalización (m):	0		
Reservas de 30m c/500m: 1	30		
Total Cable Fibra Óptica: (m)	1183,9607		
PE - Postes Existentes:	9		
PP - Postes Proyectados:	0		
PT - Postes Telefónicos Existentes:	9		
Total Postes:	18		
Fibra Óptica ADSS ITU G655 (cables)	12		
Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2	14		
Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf	4		

Tabla 3.74 Datos de tramo de acceso 24

Los tramos de acceso se resumen en la tabla 3.75 en donde se observa el total de materiales necesarios para la ejecución de estas secciones de la red de fibra óptica, cada uno de los tramos ha requerido diferentes análisis y criterio en el diseño, es evidente que se sobredimensionó el número de hilos hacia cada una de las centrales para garantizar futuros cambios en la topología como puede ser la inserción de redes G-PON, como también alquilar las fibra oscuras a empresas del sector.

Tramo	Desde	Hasta	Empalmes	Total Cable Fibra Óptica: (m)	Tipo de Fibra: ITU-G655 N° hilos:	Fibra para vanos de: (m)	PP - Postes Proyectados:	Americano	Herrajes de Retención (tipo A): 2Rf2	Herrajes de Suspensión (tipo B): 1Sf	Abrazaderas:
A_01	Entrada Rayoloma	TransElectric Rayoloma	1	3416,95	12	ADSS-120	0		56	20	76
A_02	Estacion de Cumbe	CNT-EP Cumbe	2	7249,31	12		0		65	49	114
A_03	Portete de Tarqui	CNT-EP Simbala	2	5673,97	24		44		58	6	64
A_04	Entrada a Giron	CNT-EP Giron	1	745,66	24		0		0	0	0
A_05	Entrada a Giron	CNT-EP San Gerardo	3	11765,86	12		43		128	39	167
A_06	CNT-EP San Gerardo	CNT-EP San Fernando	3	9002,16	12		11	1	104	48	152
A_07	Entrada a Lentag	CNT-EP Lentag	2	990,20	24		0		9	4	13
A_08	CNT-EP Lentag	Entrada a Rumiloma	2	6609,37	12		9		78	32	110
A_09	Entrada a Rumiloma	CNT-EP La Asuncion	1	1096,10	12		3		13	5	18
A_10	Entrada a Rumiloma	CNT-EP Rumiloma	1	864,70	12		1		13	5	18
A_11	Entrada a La Union	CNT-EP La Union	1	789,41	12		0		0	0	0
A_12	Entrada a Santa Isabel	CNT-EP Santa Isabel	2	1709,59	48		0		25	7	32
A_13	CNT-EP Santa Isabel	CNT-EP Cañaribamba	2	7643,21	24		7		87	33	120
A_14	CNT-EP Cañaribamba	La Libertad	3	10771,56	12		24		94	30	124
A_15	La Libertad	CNT-EP Shaglli	3	11534,60	12		42		101	25	126
A_16(1)	CNT-EP Pucara	Via salida de Pucara	1	3267,14	12		0		44	25	69
A_16(2)	Via salida de Pucara	La Libertad	2	8375,26	12		8		32	3	35
A_17	CNT-EP Pucara	CNT-EP Loma Plancha	2	4956,25	12		7		49	16	65
A_18	Entrada a Santa Isabel	CNT-EP Jubones	3	11503,22	24		56		93	35	128
A_19	CNT-EP Jubones	CNT-EP Sumaypamba	1	4655,98	24		1	1	31	10	41
A_20	CNT-EP Sumaypamba	CNT-EP Manu	8	26390,84	12		53		75	12	87
A_21	CNT-EP Sumaypamaba	CNT-EP San Sebastian de Yulug	4	16113,50	12		6	1	65	11	76
A_22	Entrada a Puente Loma	CNT-EP Puente Loma	1	653,67	12		5		10	0	10
A_23	Tendales	CNT-EP San Rafael de Sharug	3	11895,16	12		99		106	17	123
A_24	CNT-EP Tres Banderas	CNT-EP Uzhcurrumi	1	1183,96	12		0		14	4	18
TOTAL	-	-	55	168857,61	-	-	419	3	1350	436	1786

Tabla 3.75 Datos globales de tramos de acceso

3.5 TOPOLOGÍA DE LA RED

El esquema final de la red, considerando todos los aspectos necesarios y la ambición de CNT-EP Azuay, se determina la topología mostrada en la figura 3.12, se observa cada uno de los tramos con sus distancias a más del número de fibras instaladas y empleadas.

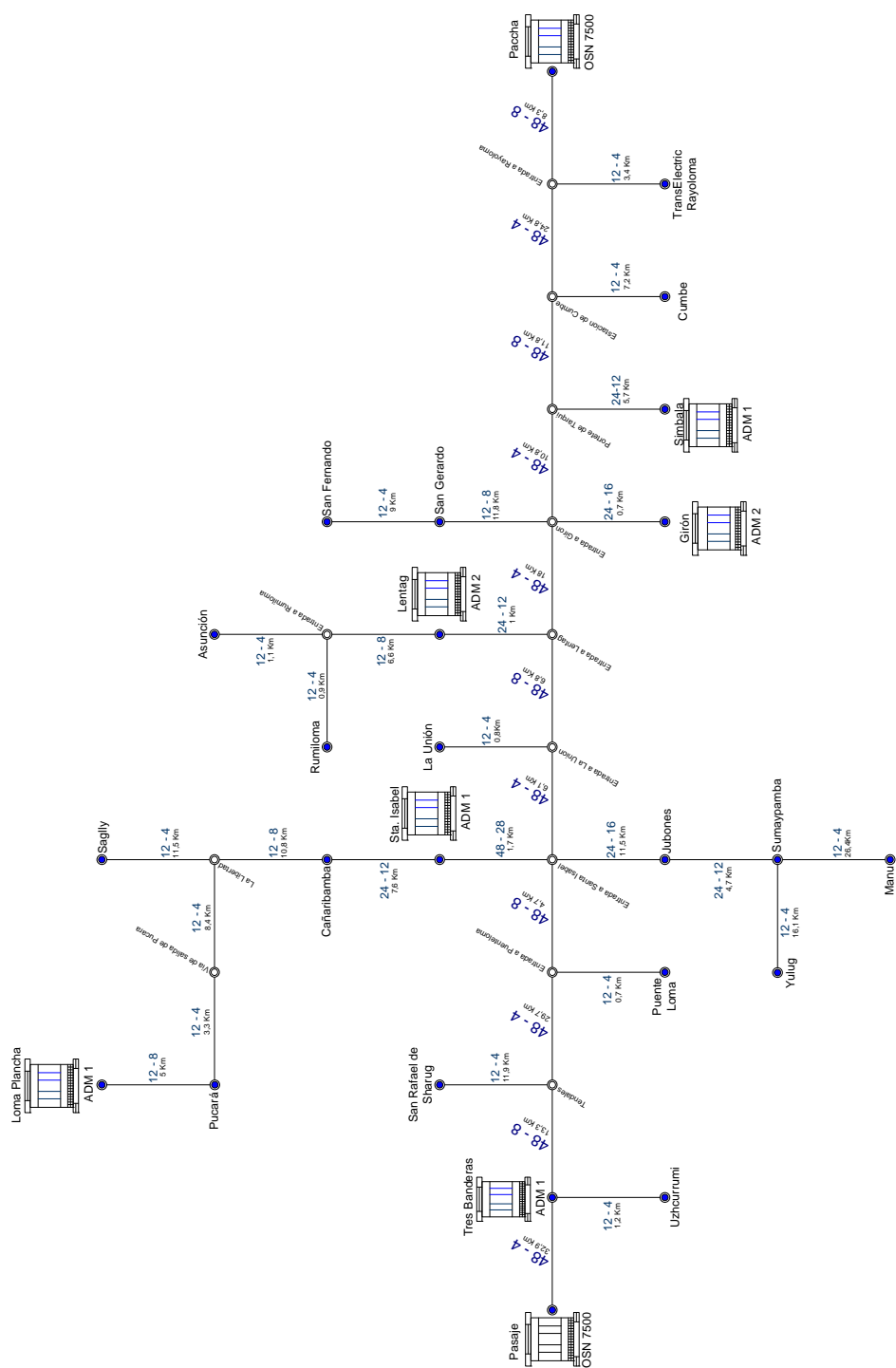


Figura 3.12 Topología de la red de fibra óptica

La forma correcta de análisis final del diseño propuesto de la red es en anillo, como se observa en la figura 3.13, en caso de surgir un desperfecto en uno de los tramos el flujo podrá direccionarse hacia otro ADM sin interrupción alguna del tráfico cursante, ya que esto es una garantía de estos equipos. El único lugar o tramo vulnerable por no poseer redundancia es la central de Loma Plancha.

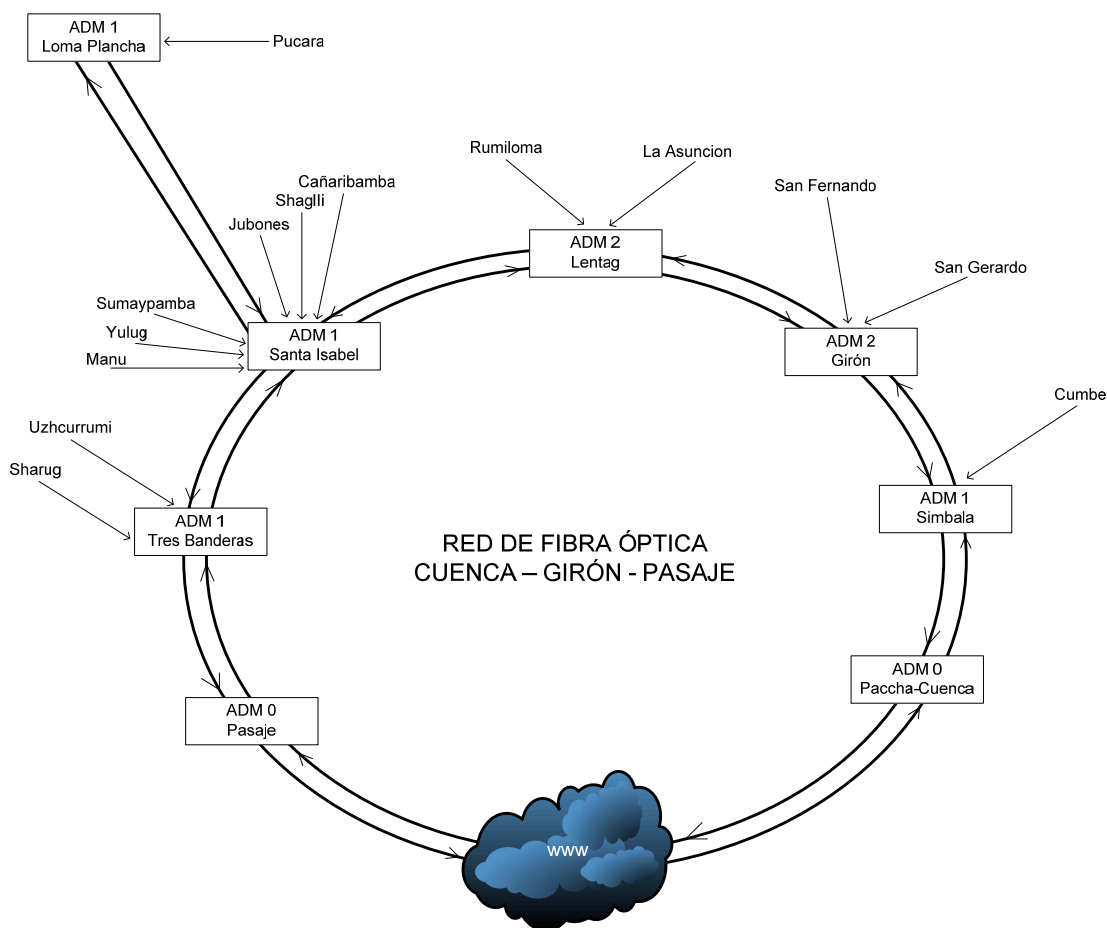


Figura 3.13 Topología de gestión por ADM de la red de fibra óptica

3.5.1 Centrales, nodos y empalmes, reservas

Centrales.- El proyecto de red para CNT-EP actual comprende la expansión de la cobertura en el trayecto, así como garantizar los servicios de telecomunicaciones, se ha considerado las centrales existentes como son Paccha de Cuenca, Cumbe, Simbala, Girón, San Fernando, Abdón Calderón La Unión, Santa Isabel, Cañaribamba, Loma Plancha, Pucará, Uzhcurrumi y Pasaje, así como se ha previsto

la construcción de centrales en San Gerardo, Lentag, Rumiloma, La Asunción, San José de Shagilly, Jubones, Sumaypamba, San Sebastián de Yulug, San Antonio de Manú, Puente Loma, San Rafael de Sharug y Tres Banderas.

Nodos y empalmes.- Se trata básicamente de una ubicación geográfica, entiéndase como un poste o un pozo telefónico en donde existirán los empalmes hacia las centrales y por ende al equipo de gestión. Son bifurcaciones que usualmente se las llama *sangrado de las fibras*, para llegar hasta un equipo de mayor gestión. Se puede observar este procedimiento en el plano adjunto con el título *Bifurcaciones_FO_CNT-EP.dwg*

Reservas.- Consiste en el anclaje de varios metros de fibra como precaución ante posibles deterioros por diversas causas como: deslaves, vandalismo, accidentes de tránsito, etc., que servirá para realizar una inmediata fusión de las fibras y la reconexión del enlace. Típicamente el requerimiento por CNT-EP sugiere que las reservas tienen que representar el 6% del total del tramo, para este proyecto se ha diseñado que aproximadamente cada 500m de longitud de fibra instalada se debe dejar 30m.

3.6 PLANIMETRÍA PARA LA INSERCIÓN DE LA RED

Para el diseño ha sido vital contar como plataforma base con las redes de distribución de las empresas eléctricas, se ha incorporado los archivos en formato electrónico de AutoCAD de la planimetría de la región por parte de la CENTROSUR, CNEL-EL ORO y un tramo de vías del cantón Saraguro-Loja, realizándose en el trabajo de campo una exploración y comprobación absoluta de los datos de las capas de dibujo técnico necesarias en el diseño como son: postería existente, redes de distribución, vías principales, localidades y demás datos geográficos, para obtener la ubicación exacta de cada una de las centrales de CNT-EP existentes y proyectadas.

El archivo se adjunta en formato electrónico como *Red_FO_CNT-EP.dwg*. Debido a la cobertura de la red se hace difícil la impresión y visualización. Las capas diseñadas se denominan como:

- ❖ CNT-FIBR-PROY
- ❖ CNT-FIBR-TEXT-PROY
- ❖ CNT-ICON-CANA
- ❖ CNT-POST

Estas capas contienen toda la información necesaria para realizar los volúmenes de obra y determinar los costos de implementación de la red de fibra óptica, por ende es ineludible la visión real de la cobertura por medio de la exploración del mapa, así como el conocimiento de las propiedades y características del software AutoCAD.

3.7 MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

3.7.1 Mantenimiento Preventivo

En el Ecuador se realiza a las redes de fibra óptica cada tres meses a partir de la firma del acta de entrega, los gastos son de parte de la empresa encargada de su construcción hasta cumplir un año de operación. Poseen fiscalización de parte de CNT-EP y las actividades que se realizan consiste en una inspección para verificar todo el tendido físico del cableado aéreo y canalizado, en donde se examina los herrajes, preformados, etiquetas, reservas, subidas a poste y sus protecciones, tapas de pozos, ductos, etc.

Además se realizan pruebas de conectividad con el OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) en las fibras oscuras, es decir, en las que no están siendo empleadas para comprobar su disponibilidad.

En los tramos a campo traviesa se debe realizar limpieza de vegetación ejecutando el corte o podar a los árboles y maleza a una distancia de 2 metros a cada lado de la fibra.

Es evidente que la inversión de mantenimiento preventivo puede ser un rubro fijo y así tratar de minimizar la probabilidad de riesgos, evadiendo el mantenimiento correctivo que comúnmente suele ser mucho más costoso.

3.7.2 Mantenimiento Correctivo

La finalidad de éste consiste en reparar los diferentes daños que pueda tener la red, es muy importante y los inconvenientes típicos son:

- ❖ Cambio de ubicación de la postería de las redes de distribución, o movimiento por construcción de vías, en donde se deberá reemplazar los materiales que sujetan a la fibra en esa estructura.
- ❖ Destemplado de la fibra que puede ocurrir por caída de árboles, viento, entre otros y evidentemente implica la deformación del preformado que deberá ser reemplazado.
- ❖ Un problema de insertar redes de fibra óptica en las redes de distribución eléctrica pueden ser los accidentes de tránsito que destruyen la postería además del vandalismo en donde suele darse el hurto del cable, como también el sabotaje de la competencia.

3.8 ANÁLISIS ECONÓMICO

3.8.1 Análisis de costos

El propósito del análisis de costos es proveer información financiera a CNT-EP Azuay acerca de la inversión que se debe realizar en la red Cuenca – Girón – Pasaje, con la que se prevé ofrecer servicios de triple play a la región.

Costos de la construcción

Para el cálculo se emplearon los costos actuales de los materiales que maneja CNT-EP, en los que se consideran aspectos como la mano de obra, transporte, construcción civil, etc.; se debe tener claro que el cálculo está orientado a la comunicación entre centrales a partir de la principal ubicada en la parroquia Paccha del cantón Cuenca, los equipos activos que se recomienda no se adiciona su costo por

el motivo que es información que únicamente manejan entre el fabricante y CNT-EP, las redes de última milla no se incluyen en este estudio, en la tabla 3.76 se encuentran los cálculos de los costos de construcción de la red troncal y de accesos a las centrales.

COSTOS DE CONTRUCCIÓN						
ITEM	RED	ESPECIFICACIÓN DE TRAMOS		RED PRIMARIA	FIBRA ÓPTICA	COSTO
T01	Troncal	CNT-EP Paccha	- Entrada a Rayoloma	\$ 626,16	\$ 58.785,08	\$ 59.411,24
T02	Troncal	Entrada a Rayoloma	- Estación Cumbe	\$ 614,94	\$ 155.918,00	\$ 156.532,94
T03	Troncal	Estación Cumbe	- Portete de Tarqui	\$ 1.239,27	\$ 70.915,13	\$ 72.154,40
T04	Troncal	Portete de Tarqui	- Entrada a Girón	\$ 11.138,94	\$ 67.567,19	\$ 78.706,13
T05	Troncal	Entrada a Girón	- Entrada a Lentag	\$ 24.578,25	\$ 108.054,48	\$ 132.632,73
T06	Troncal	Entrada a Lentag	Entrada a La Unión	\$ 4.006,38	\$ 42.900,22	\$ 46.906,60
T07	Troncal	Entrada a La Unión	- Entrada a Santa Isabel	\$ 107,67	\$ 37.895,89	\$ 38.003,56
T08	Troncal	Entrada Santa Isabel	- Entrada a Puente Loma	\$ 3.591,81	\$ 29.102,32	\$ 32.694,13
T09	Troncal	Entrada Puente Loma	- Tendales	\$ 86.282,19	\$ 172.621,77	\$ 258.903,96
T10	Troncal	Tendales	- CNT-EP Tres Banderas	\$ 17.452,35	\$ 86.797,11	\$ 104.249,46
T11	Troncal	CNT-EP Tres Banderas	- CNT-EP Pasaje	\$ 38.885,55	\$ 203.197,94	\$ 242.083,49
A01	Acceso	Entrada Rayoloma	- TransElectric Rayoloma	\$ 84,36	\$ 14.497,11	\$ 14.581,47
A02	Acceso	Estación Cumbe	- CNT-EP Cumbe	\$ 126,54	\$ 29.076,99	\$ 29.203,53
A03	Acceso	Portete de Tarqui	- CNT-EP Simbala	\$ 15.577,08	\$ 23.706,99	\$ 39.284,07
A04	Acceso	Entrada a Girón	- CNT-EP Girón	\$ -	\$ 7.694,37	\$ 7.694,37
A05	Acceso	Entrada a Girón	- CNT-EP San Gerardo	\$ 15.339,00	\$ 47.942,51	\$ 63.281,51
A06	Acceso	CNT-EP San Gerardo	- CNT-EP San Fernando	\$ 4.136,94	\$ 37.829,99	\$ 41.966,93
A07	Acceso	Entrada a Lentag	- CNT-EP Lentag	\$ 14,43	\$ 8.965,13	\$ 8.979,56
A08	Acceso	CNT-EP Lentag	- Entrada a Rumiloma	\$ 3.293,79	\$ 28.606,34	\$ 31.900,13
A09	Acceso	Entrada a Rumiloma	- CNT-EP La Asunción	\$ 1.077,21	\$ 6.543,36	\$ 7.620,57
A10	Acceso	Entrada a Rumiloma	- CNT-EP Rumiloma	\$ 372,39	\$ 5.802,88	\$ 6.175,27
A11	Acceso	Entrada a La Unión	- CNT-EP La Unión	\$ -	\$ 5.109,15	\$ 5.109,15
A12	Acceso	Entrada a Santa Isabel	- CNT-EP Santa Isabel	\$ 35,52	\$ 19.427,86	\$ 19.463,38
A13	Acceso	CNT-EP Santa Isabel	- CNT-EP Cañaribamba	\$ 2.600,07	\$ 36.181,73	\$ 38.781,80
A14	Acceso	CNT-EP Cañaribamba	- La Libertad	\$ 8.595,48	\$ 40.798,24	\$ 49.393,72
A15	Acceso	La Libertad	- CNT-EP Shagly	\$ 14.941,08	\$ 45.278,80	\$ 60.219,88
A16	Acceso	CNT-EP Pucará	- Vía salida de Pucará	\$ 76,59	\$ 15.426,72	\$ 15.503,31
A17	Acceso	Vía salida de Pucará	- La Libertad	\$ 2.858,13	\$ 60.580,83	\$ 63.438,96
A18	Acceso	CNT-EP Pucará	- CNT-EP Lomaplancha	\$ 2.539,02	\$ 21.199,12	\$ 23.738,14
A19	Acceso	Entrada a Santa Isabel	- CNT-EP Jubones	\$ 19.877,04	\$ 49.995,95	\$ 69.872,99
A20	Acceso	CNT-EP Jubones	- CNT-EP Sumaypamba	\$ 488,52	\$ 41.290,15	\$ 41.778,67
A21	Acceso	CNT-EP Sumaypamba	- CNT-EP Manú	\$ 18.774,30	\$ 188.183,74	\$ 206.958,04
A22	Acceso	CNT-EP Sumaypamba	- CNT-EP San Sebastián de Yulug	\$ 2.289,42	\$ 118.885,17	\$ 121.174,59
A23	Acceso	Entrada Puente Loma	- CNT-EP Puente Loma	\$ 1.773,15	\$ 4.872,19	\$ 6.645,34
A24	Acceso	Tendales	- CNT-EP San Rafael de Sharug	\$ 35.025,12	\$ 46.495,64	\$ 81.520,76
A25	Acceso	CNT-EP Tres banderas	- CNT-EP Uzhcurumi	\$ 19,98	\$ 7.163,80	\$ 7.183,78
TOTAL				\$ 338.438,67	\$ 1.945.309,92	\$ 2.283.748,59

Tabla 3.76 Costos de construcción

3.8.2 Obra civil

Se ha considerado utilizar la canalización existente para ingresar en las poblaciones de Girón, Lentag, La Unión, Santa Isabel y Tres Banderas; mientras tanto que en el resto de sectores se realizará toda la red de fibra óptica vía aérea.

Las hojas de los respectivos cálculos de volúmenes de obra, red primaria, fibra óptica y memoria técnica se encuentran desarrollados en el archivo adjunto *Vol_Obra_FO_CNT-EP.xlsx*

3.8.3 Ingresos

El cálculo económico se va a realizar para los tres primeros años como se muestra en la tabla 3.77, con un índice de penetración del 25%, cabe recalcar que estas cifras son un aproximado debido a que falta el tendido de las redes de última milla con sus respectivos materiales y equipos para brindar el servicio.

POBLACIÓN EN PUNTOS DE ACCESO			
Código	Usuarios 2012	Usuarios 2013	Usuarios 2014
L1	1230	1250	1271
L2	3354	3410	3467
L3	1714	1743	1772
L4	4821	4885	4950
L5	2033	2067	2101
L6	762	775	788

Tabla 3.77 *Periodos de estudio*

3.8.3.1 Planes Ofertados

Los diferentes planes que se ofertan se especifican en la tabla 3.78, se encuentran incluidos los servicios triple play, considerando que se realiza compresión de 8:1.

Plan	Velocidad Down kbps	Velocidad Up kbps	Velocidad Total kbps
Plan 1	600	250	106,25
Plan 2	1024	250	159,25
Plan 3	1400	250	206,25
Plan 4	1600	250	231,25
Plan 5	2000	500	312,5
Plan 6	3100	500	450
Plan 7	4100	500	575

Tabla 3.78 *Planes ofertados*

Las tarifas por subscripción y mensualidades de los distintos planes se detallan en la tabla 3.79, el costo de los servicios se estima que no varíen en un periodo de tres años a partir de la instalación de la red.

Tarifas	Mensual	Subscripción
1	\$ 33,16	\$ 100,00
2	\$ 40,89	\$ 100,00
3	\$ 46,49	\$ 100,00
4	\$ 57,69	\$ 100,00
5	\$ 68,89	\$ 100,00
6	\$ 85,80	\$ 100,00

Tabla 3.79 Costos de planes ofertados

3.8.3.2 Ingresos Anuales

Los cálculos de ingresos anuales están detallados de acuerdo a las centrales que poseen equipos activos, con los planes y respectivos años de estudio. Se ilustra en la tabla 3.80.

	Localidad	Año 2012	Año 2013	Año 2014
Plan 1	L1	\$ 88.070,84	\$ 89.536,22	\$ 91.025,98
	L2	\$ 296.233,33	\$ 301.161,43	\$ 306.171,50
	L3	\$ 172.137,22	\$ 175.000,99	\$ 177.912,40
	L4	\$ 600.696,89	\$ 608.731,77	\$ 616.874,13
	L5	\$ 302.545,04	\$ 307.556,71	\$ 312.651,40
	L6	\$ 141.257,00	\$ 143.671,98	\$ 146.128,24
Plan 2	L1	\$ 9.785,65	\$ 9.948,47	\$ 10.114,00
	L2	\$ 32.914,81	\$ 33.462,38	\$ 34.019,06
	L3	\$ 19.126,36	\$ 19.444,55	\$ 19.768,04
	L4	\$ 66.744,10	\$ 67.636,86	\$ 68.541,57
	L5	\$ 33.616,12	\$ 34.172,97	\$ 34.739,04
	L6	\$ 15.695,22	\$ 15.963,55	\$ 16.236,47
Plan 3	L1	\$ 8.562,44	\$ 8.704,91	\$ 8.849,75
	L2	\$ 28.800,46	\$ 29.279,58	\$ 29.766,67
	L3	\$ 16.735,56	\$ 17.013,98	\$ 17.297,04
	L4	\$ 58.401,09	\$ 59.182,26	\$ 59.973,87
	L5	\$ 29.414,10	\$ 29.901,35	\$ 30.396,66
	L6	\$ 13.733,32	\$ 13.968,11	\$ 14.206,91
Plan 4	L1	\$ 6.116,03	\$ 6.217,79	\$ 6.321,25
	L2	\$ 20.571,76	\$ 20.913,99	\$ 21.261,91

	L3	\$ 11.953,97	\$ 12.152,85	\$ 12.355,03
	L4	\$ 41.715,06	\$ 42.273,04	\$ 42.838,48
	L5	\$ 21.010,07	\$ 21.358,10	\$ 21.711,90
	L6	\$ 9.809,51	\$ 9.977,22	\$ 10.147,79
Plan 5	L1	\$ 8.562,44	\$ 4.974,23	\$ 5.057,00
	L2	\$ 16.457,41	\$ 16.731,19	\$ 17.009,53
	L3	\$ 9.563,18	\$ 9.722,28	\$ 9.884,02
	L4	\$ 33.372,05	\$ 33.818,43	\$ 34.270,78
	L5	\$ 16.808,06	\$ 17.086,48	\$ 17.369,52
	L6	\$ 7.847,61	\$ 7.981,78	\$ 8.118,24
Plan 6	L1	\$ 3.669,62	\$ 3.730,68	\$ 3.792,75
	L2	\$ 12.343,06	\$ 12.548,39	\$ 12.757,15
	L3	\$ 7.172,38	\$ 7.291,71	\$ 7.413,02
	L4	\$ 25.029,04	\$ 25.363,82	\$ 25.703,09
	L5	\$ 12.606,04	\$ 12.814,86	\$ 13.027,14
	L6	\$ 5.885,71	\$ 5.986,33	\$ 6.088,68
Plan 7	L1	\$ 1.223,21	\$ 1.243,56	\$ 1.264,25
	L2	\$ 4.114,35	\$ 4.182,80	\$ 4.252,38
	L3	\$ 2.390,79	\$ 2.430,57	\$ 2.471,01
	L4	\$ 8.343,01	\$ 8.454,61	\$ 8.567,70
	L5	\$ 4.202,01	\$ 4.271,62	\$ 4.342,38
	L6	\$ 1.961,90	\$ 1.995,44	\$ 2.029,56
Total		\$ 2.227.197,85	\$ 2.257.859,85	\$ 2.292.727,30

Tabla 3.80 Ingresos anuales

La tabla 3.81 indica el ingreso total estimado para los tres primeros años de operación.

Ingreso Total	\$ 7.135.340,19
----------------------	-----------------

Tabla 3.81 Ingresos totales

3.9 ENFOQUE SOCIAL DE LA RED

La fase de estudio y diseño del proyecto se lo ha desarrollado considerando las ventajas y dificultades que resultaría de insertarse la red, posee inconvenientes como la competencia entre empresas públicas, el bloqueo de información para el diseño así como las prórrogas en trámites burocráticos.

La siguiente fase es la construcción, al ser considerado en el presupuesto de CNT-EP a nivel nacional, esperamos se concrete ya que como futuros profesionales nos hemos dado cuenta la radical importancia que involucra para el desarrollo, no solo para la región y las provincias, sino para el país.

Este proyecto constituye un importante aporte para el desarrollo local sostenible de las poblaciones que se hallan en el trayecto, además garantizará una vía redundante en las comunicaciones del Ecuador.

CAPÍTULO IV

RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO IV

RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 RESUMEN

La fibra óptica representa ser el medio ideal para las telecomunicaciones por su gran capacidad de transmisión de datos, desplazando al cable de cobre y radioenlaces. El vertiginoso crecimiento de la demanda por los servicios triple play obliga a extender las coberturas y garantizar las prestaciones de comunicaciones en el Ecuador, insertando redes nuevas así como la redundancia de éstas, para lo cual se debe poseer un análisis de diversos factores como son: topografía, población e infraestructura disponible.

La red se ha diseñado en software CAD siguiendo todas las normas y recomendaciones sugeridas por CNT – EP para este propósito. El soporte de las telecomunicaciones en la región Cuenca – Girón – Pasaje estará garantizado aproximadamente para los próximos 20 años.

4.2 CONCLUSIONES

- La fibra óptica es el soporte físico por excelencia que ofrece las mejores garantías para ser empleado como medio de transmisión de datos a grandes distancias y evidentemente en la actualidad la tendencia es cubrir las regiones con redes basadas en este principio, representando una ventaja al poseer esta autopista para las necesidades de los servicios de telecomunicaciones futuros.

- El mundo de hoy requiere estar comunicado hasta el lugar más remoto que podamos imaginar, es así que la ambición del gobierno del Ecuador es el no relegarse y satisfacer a todo el país para lograr el objetivo mundial planteado por la ITU que es la reducción en la brecha digital hasta el 2015 al comprometerse con ofertar las tecnologías de la información y comunicación con la mayor cobertura posible.
- En el análisis previo al diseño se estudió las redes de 69 KV que pertenecen a la CENTROSUR y CNEL-EL ORO siendo estas la principal opción para construir por esta vía a la red, ya que representa una importante distancia del tramo troncal empleando fibra óptica OPGW, posteriormente en conjunto con las encargados del Departamento Técnico y de Planta Externa de CNT-EP se acordó ejecutar el diseño por las redes de distribución eléctrica, donde el factor más influyente para la toma de esta decisión son los costos de mantenimiento. Es importante citar que el mantenimiento o cualquier operación sobre dichas líneas de media tensión en fibra OPGW implican la desconexión de los circuitos alimentadores dejándose sin energía eléctrica a estos sectores lo que generaría pérdidas económicas considerables a nivel nacional. La construcción de esta red contribuirá en fiabilidad y confiabilidad en el Ecuador de la gestión de telecomunicaciones que depende de parte de CNT-EP.
- Al ser una red robusta se proyecta su abastecimiento durante los siguientes 20 años aproximadamente, se puede explotar y obtener un mayor provecho ya que permite la implementación de varios tipos de red de alta velocidad tales como las redes GPON para las poblaciones inmersas en las cercanías de las centrales de CNT_EP.
- La red de fibra óptica es el presente y el futuro de la tecnología de la información, debido a que permite aumentar servicios de valor agregado sin disminuir la calidad de transmisión de los existentes.

- La finalidad de CNT-EP Azuay es reemplazar la mayoría de radioenlaces que se encuentran saturados en la actualidad por un medio más fiable como es la fibra óptica, además de redundar el anillo de fibra óptica transnacional del Ecuador.
- Si las redes de fibra óptica se detendrían, relativamente el mundo entero haría lo mismo ya que sufriría un colapso total debido a que mantienen el soporte global de comunicación del comercio y la economía de todos los países.

4.3 RECOMENDACIONES

- Ante las nuevas y futuras necesidades, las telecomunicaciones poseen cambios vertiginosos en tiempos cortos, a partir de esta consideración es imperioso sugerir la construcción de redes FTTH ante la saturación y limitaciones de la capacidad del cobre y microondas.
- Las debilidades encontradas en el diseño es la deficiencia de un estándar en nomenclatura y simbología, además de la falta de equipos de mayor precisión para las mediciones de campo en cuanto a la georeferencia real de todas sus instalaciones.
- Se recomienda dar mantenimiento por lo menos cada tres meses a las estructuras físicas por medio de inspecciones visuales en todos los tramos debido a que son zonas en las que frecuentemente existen fallas de terreno ya que son inestables y continuamente se producen deslaves.
- La red diseñada es un soporte primordial para las telecomunicaciones, posee una gran capacidad para insertar redes GPON desplazando definitivamente las redes de cobre y se mantendría las redes inalámbricas para las localidades de difícil acceso.
- Los ADM sugeridos en éste proyecto son de la marca Huawei:

- ADM0 = OptiX OSN7500
 - ADM1 = OptiX OSN3500
 - ADM2 = OptiX OSN1500
-
- Se sugiere a la CNT-EP El Oro colocar un ADM en el sector de Casacay para que administre las poblaciones contiguas, aprovechando que sus centrales de las poblaciones aledañas se encuentran a distancias cortas a la red troncal que construirá CNT-EP Azuay. Además sería de vital importancia el trabajo mancomunado entre ambas regionales.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] TOMASI, Wayne. (2003). “*Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*”, México: Pearson Education.
- [2] NERI V., Rodolfo. (1999). “*Líneas de Transmisión*”, México: MCGRAW – HILL.
- [3] ARC ELECTRONICS. DCE Company Artículo “*Fiber optics*”, “World Wide Web” <http://www.arcelect.com/fibercable.htm>. 2010.
- [4] WEB AYUNATE. Artículo: “*Fibra óptica: mapa del esqueleto de las redes*”. “World Wide Web” <http://www.webayunate.com/fibra-optica-el-esqueleto-de-las-redes/>, 2010
- [5] CONATEL. Artículo: “*Ampliación del cable Panamericano por CNT-EP*”. CNT – EP. “World Wide Web” http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=798:ampliacion-del-cable-panamericano-por-cnt-ep&catid=46:noticias-articulos&Itemid=184, 2008.
- [6] TRANS ELECTRIC. Artículo “*Red de Fibra Óptica*”, Red de fibra óptica CELEC–EP - TRANSELECTRIC http://www.transelectric.com.ec/transelectric_portal/portal/main.do?sectionCode=98, 2010.
- [7] INEC. “*Mapa político de El Azuay*” , Instituto Nacional de Estadística y Censos, “World Wide http://www.inec.gob.ec/image/image_gallery?img_id=1290145&t=1219198518956, 2001.

- [8] INEC, “*Mapa político de El Oro*” , Instituto Nacional de Estadística y Censos, “World Wide Web”,
http://www.inec.gob.ec/image/image_gallery?img_id=24200&t=1197324821750, 2001.

- [9] ENERJUBONES. Artículo “*Ubicación*”, Enerjubones Generadora Hidroeléctrica, “World Wide Web”,
http://www.enerjubones.com/index.php?option=com_content&task=view&id=18&Itemid=44, 2011

- [10] TRANS ELECTRIC. Artículo “*Mapa Sistema Nacional de transmisión 2010*”, Red de fibra óptica CELEC–EP – TRANSELECTRIC, 2010

- [11] INEC, “*Proyecciones de Población 2001 – 2010*” , Instituto Nacional de Estadística y Censos, “World Wide Web”,
http://www.inec.gob.ec/c/document_library/get_file?folderId=155251&name=DLFE-17803.zip, 2001.

- [12] LAIRENT. “*Cálculo de ancho de banda en VOIP*”, Juan María Ganzábal/jganzabal@lairent.com.ar “World Wide Web”,
<http://www.idris.com.ar/lairent/pdf/ART0001%20-%20Calculo%20de%20ancho%20de%20banda%20en%20VoIP.pdf>, 2008.

- [13] OCHOA Figueroa Edgar. Comunicaciones III Capítulo I, “*Formatos de Video Digital Comprimido*”, Guía de clase de Comunicaciones III de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana, 2008.

- [14] CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES – EP. “*Normas de diseño de planta externa con fibra óptica*”, 2009.

- [15] TEXTOSCIENTÍFICOS.COM. Artículo “*Fibra Óptica*”, “World Wide Web”,
<http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica>, 2005.

- [16] WIKIPEDIA – La Enciclopedia Libre. Artículo “*Instalación aérea de fibra óptica*”, “World Wide Web” Wikipedia Foundation, Inc,
http://es.wikipedia.org/wiki/Instalaci%C3%B3n_a%C3%A9rea_de_fibra_%C3%B3ptica, Abril de 2011.

- [17] GENERAL CABLE. Artículo “*Cables de fibra óptica*”, “World Wide Web” General Cable Technologies Corporation,
http://esgeneralcable.convertlanguage.com/generalcable/enes/24/_www_generalcable_com/GeneralCable/en-US/Products/FiberOpticCables/, 2006.

- [18] GALEON.COM. Artículo “*Cables para redes*”, José Israel Figueroa Angulo “World Wide Web”, <http://www.galeon.com/395314465/cables.htm>.

- [19] FONET. Artículo “*Cables ópticos y herrajes*”, “World Wide Web” Fiber Optic Networks & Systems S.A. de C.V, http://www.fibrasopticas_mexico.com/index.html.

- [20] SENDRA Sendra José Ramón, Artículo “*Fibras y cables comerciales*”, “World Wide Web” Universidad de las Palmas de Gran Canaria,
http://www.iuma.ulpgc.es/~jrsendra/Docencia/Com_Opt_I/download/Com_Opt_I/Temario/fibras_y_cables.pdf, Mayo de 2005.

- [21] FIBRAÓPTICAHoy.COM, Artículo “*Selección de un cable de fibra óptica*”. Asis Rodriguez “World Wide Web” <http://www.fibraopticahoy.com/seleccion-de-un-cable-de-fibra-optica/>, Noviembre de 2007.

- [22] CCDSITEL. Artículo “*CABLE DE FIBRA OPTICA OPGW 12, 24, 36 y 48 hilos*”, “World Wide Web” <http://www.ccdsitel.com.mx/productos/opgw/opgw.html>.

- [23] INICTEL. Artículo “*INSTALACION Y OPERACIÓN DE UNA RED DE FIBRA OPTICA EN LINEA DE ALTA TENSIÓN*”, Universidad Privada Antenor Orrego Trujillo, Perú. “World Wide Web”

- http://sipan.inictel.gob.pe/refiop0/uploads/PARTE-1_INSTALACION_OPERACION_RED_DE_FIBRA_OP.doc.
- [24] INICTEL. Artículo “*INSTALACION High Fiber Count (HFC) OPT-GW Cable*”, Universidad Privada Antenor Orrego Trujillo, Perú. “World Wide Web” <http://sipan.inictel.gob.pe/refiop0/uploads/PARTE---3.doc>.
- [25] LABPLAN, Artículo “*Confiabilidad de Cables ADSS*”. Laboratorio de Planeamiento de Sistemas de Energía Eléctrica “World Wide Web” <http://www.labplan.ufsc.br/congressos/XIII%20Eriac/D2/D2-09.pdf>, mayo de 2009.
- [26] ITE, Artículo “*La fibra óptica*”. Instituto de tecnologías Educativas “World Wide Web” <http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/fibra.htm>.
- [27] DEI, Artículo “*Sistema de comunicación de fibra óptica*”. Departamento de Electrónica e Informática “World Wide Web” http://www.dei.uc.edu.py/tai98/Fibras_Opticas/photo.htm.
- [28] SCRIBD.COM Artículo “*Fibra óptica*”, Rodriguez Miguel A. Universidad Nacional Experimental Del Táchira, Departamento De Ingeniería Electrónica, Comunicaciones De Radio Frecuencia “World Wide Web” <http://es.scribd.com/doc/6609600/Ppt-Fibra-Optica-1>, junio de 2008
- [29] CIRIA UDLAP Artículo “*MPLS*”, Investigación de Redes VPN con Tecnologías MPLS “World Wide Web” http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/morales_d_l/capitulo2.pdf, mayo de 2006
- [30] GRUPO CONFITEL Artículo “*Selección de un cable de fibra óptica*”, “World Wide Web” <http://www.c3comunicaciones.es/Documentacion/Seleccion%20de%20un%20cable%20de%20fibra%20optica.pdf>, 2010

- [31] MONOGRAFÍAS.COM. “*La Fibra óptica*”, Gregorio Rodríguez. “World Wide Web” <http://www.monografias.com/trabajos12/fibra/fibra.shtml>, 2009
- [32] MONOGRAFÍAS.COM. “*Fibra óptica*”, Yurisay Rodríguez. “World Wide Web” <http://www.monografias.com/trabajos13/fibropt/fibropt.shtml>, 2010.
- [33] PABLIN PORTAL DE TECNOLOGÍA DE HABLA HISPANA. “Introducción a la *fibra óptica*”, Cursos de electrónica. Pablo Canello. “World Wide Web” <http://www.pablin.com.ar/electron/cursos/fibraopt/>. Noviembre de 2009.
- [34] GCO GRUPO DE COMUNICACIONES ÓPTICAS. “*Modos de Propagación*”, “World Wide Web” http://pesquera.tel.uva.es/tutorial/Tema_I/ModosDePropagacion/ModosPropagacion.html.