



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

DISEÑO DE UNA ODN EN EL SECTOR DE BELLAVISTA DE LA CIUDAD DE QUITO, PARA LA CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP.

AUTOR: RODRÍGUEZ PAZ ALFREDO FEDERICO

TUTOR/ A: PhD. René Alberto Cañete Bajuelo

TUTOR TÉCNICO: Mg. David Patricio Cando Garzón

AÑO: 2016

INFORME FINAL DE RESULTADOS DEL PIC

CARRERA:	INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES
AUTOR/A:	RODRIGUEZ PAZ ALFREDO FEDERICO
TEMA DEL TT:	DISEÑO DE UNA ODN EN EL SECTOR DE BELLAVISTA DE LA CIUDAD DE QUITO, PARA LA CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP.
ARTICULACIÓN CON LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:	TECNOLOGÍA APLICADA A LA PRODUCCIÓN Y SOCIEDAD
SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:	SIMULACIÓN, DESARROLLO Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES
ARTICULACIÓN CON EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL DEL ÁREA	DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN PARA MIGRACIÓN A TECNOLOGÍAS ÓPTICAS DE TRANSMISIÓN
FECHA DE PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL:	31 de Marzo de 2016

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y METODOLÓGICA	3
2.1 FÍSICA DE LA LUZ	3
2.2 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO	3
2.3 ESPECTRO DE TRANSMISIÓN DE SEÑALES ÓPTICAS.....	4
2.4 REFLEXIÓN.....	5
2.5 REFRACCIÓN	6
2.6 REFLEXIÓN TOTAL	7
2.7 FIBRA ÓPTICA	7
2.8 PARTES DE LA FIBRA ÓPTICA.....	9
LA FIBRA ÓPTICA ESTÁ COMPUESTA DE DIFERENTES CAPAS, CON EL FIN DE PROTEGER LA INFORMACIÓN QUE VIAJA A TRAVÉS DE ÉSTA, DE FACTORES EXTERNOS.	9
2.8.1 Núcleo (Core)	9
2.8.2 Revestimiento	9
2.8.3 Buffer	9
2.8.4 Fibra de Aramido	9
2.8.5 Envoltura.....	9
2.9 TIPOS DE FIBRA ÓPTICA.....	9
2.9.1 Fibra Multimodo	10
2.9.1.1 Índice Escalonado.....	10
2.9.1.2 Índice Gradual	11
2.9.2 Fibra Monomodo	11
2.10 ATENUACIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA.....	12
2.11 ESTÁNDARES DE LA FIBRA ÓPTICA.....	13
2.11.1 ITU-T G.651	13
2.11.2 ITU –T G.652	13
2.11.3 ITU-T G.653	14
2.11.4 ITU-T G.654	14
2.11.5 ITU-T G.655	14
2.11.6 ITU-T G.656.....	14
2.11.7 ITU-T G.657.....	14
2.12 DISPOSITIVOS ÓPTICOS	15
2.12.1 Fuente de luz.....	15
2.12.1.1 LED (Diodo Emisor de Luz)	16
2.12.1.2 Láser	16
2.12.2 Fotodetectores.....	16
2.12.2.1 PIN (Positiva Intrínseca Negativa).....	17

2.12.2.2 APD (Fotodiodo de Avalancha)	17
2.12.3 Conectores	18
2.12.4 Empalmes de fibras.....	20
2.12.4.1 Empalmes por fusión	20
2.12.4.2 Empalme mecánico	21
2.12.5 Divisores ópticos (splitters)	21
2.12.5.1 FBT (Fused biconic taper).....	21
2.12.5.2 Splitter Planar.....	22
2.12.6 Multiplexores Ópticos	22
2.12.6.1 Multiplexación por División de Tiempo (TDM)	23
2.12.6.2 Multiplexación por División de Frecuencia (FDM)	23
2.12.6.3 Multiplexación por División de Longitud de Onda (WDM)	24
2.13 REDES DE TELECOMUNICACIONES.....	24
2.13.1 Terminal de usuario	25
2.13.2 Red de acceso.....	25
2.13.3 Conmutación y transporte	26
2.14 REDES FTTX	27
2.14.1 FTTN (Fiber to the Node).....	27
2.14.2 FTTC (Fiber to the Curb)	27
2.14.3 FTTB (Fiber to the buiding)	28
2.14.4 FTTH (Fiber to the Home).....	28
2.15 DISEÑO DE UNA ODN (NETWORK DISTRIBUTION OPTICAL).....	30
2.15.1 Generalidades de la ODN.....	30
2.15.2 Arquitectura de red GPON	30
2.15.2.1 Distribuidor o repartidor general (ODF Planta Externa).	31
2.15.2.2 Red Feeder (Red Troncal).....	31
2.15.2.3 Red de Distribución.	31
2.15.2.4 Distritos	32
2.15.2.5 Red de Dispersión.	32
2.15.2.6 Caja de distribución óptica (NAP).	33
2.15.2.7 Caja de distribución principal (FDB).....	34
2.15.2.8 Caja de distribución secundaria (FDF).....	34
2.15.2.8.1 Armario FTTH.	34
2.15.2.8.2 Divisores Ópticos (Splitters).	35
2.15.2.8.3 Roseta óptica.....	35
2.15.2.8.4 ONT (Optical Network Terminal).	36
2.15.2.9 Mangas de empalme.....	36
2.15.2.10 Herrajes.	37
2.15.2.10.1 Herraje terminal o de retención.	37
2.15.2.10.2 Herraje de suspensión o de paso.	38
2.15.2.10.3 Herraje tipo brazo farol.....	39
2.15.2.10.4 Preformado para fibra óptica ADSS.	39
2.15.2.10.5 Thimble Clevis.	40
2.15.2.10.6 Porta reservas en galería de cables.....	40
2.15.2.10.7 Porta reservas en pozo.....	40
2.15.2.11 Subida a poste para fibra óptica.	41
2.15.2.11.1 Sistema de puesta a tierra.	41

3. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	42
3.1 FLUJOGRAMA DE DISEÑO.....	42
3.2 ANTECEDENTES	43
3.3 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.....	46
3.4 MODELO FTTH A IMPLEMENTARSE EN EL SECTOR DE BELLAVISTA DE LA CIUDAD DE QUITO, PARA LA CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP.....	46
3.5 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO GEOREFERENCIADO PARA REDES FTTH	47
3.6 EQUIPOS, IMPLEMENTOS Y HERRAMIENTAS PARA REALIZAR EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA.	47
3.6.1 <i>Censo</i>	48
3.6.2 <i>Levantamiento georeferencial de elementos de red existentes</i>	49
3.7 DISEÑO DE LA RED DE DISPERSIÓN	50
3.8 DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN	51
3.8.1 <i>Mangas de fibra óptica</i>	52
3.8.2 <i>Identificación de la red de distribución</i>	52
3.8.3 <i>Consideraciones finales para la red de distribución</i>	52
3.9 CALCULO DE ATENUACIÓN O PRESUPUESTO ÓPTICO.	53
3.10 VOLÚMENES DE OBRA	54
3.11 PRESENTACIÓN DE DISEÑOS.....	57
3.12 PRUEBAS DE FIABILIDAD	57
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFÍA.....	61
ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Espectro Electromagnético de la luz.....	3
Figura 2.2 Ventanas y bandas de operación.....	5
Figura 2.3 Ley de la reflexión de Snell.....	6
Figura 2.4 Ley de la Refracción.....	6
Figura 2.5 Reflexión de haz de luz dentro del núcleo.....	7
Figura 2.6 Estructura de la fibra óptica.....	8
Figura 2.7 Identificación de hilos de cable de fibra óptica en función de la Norma TIA/EIA.....	8
Figura 2.8 Fibra multimodo de índice escalonado.....	10
Figura 2.9 Fibra multimodo de índice gradual.....	11
Figura 2.10 Fibra monomodo de índice escalonado.....	12
Figura 2.11 Atenuación debido a Macro y Micro curvaturas.....	12
Figura 2.12 Estructura de un fotodiodo PIN.....	17
Figura 2.13 Estructura de un Fotodiodo APD.....	18
Figura 2.14 Tipo de conectores.....	19
Figura 2.15 Método de empalme por fusión.....	20
Figura 2.16 Estructura de un empalme mecánico.....	21
Figura 2.17 Fused Biconic Taper FBT.....	22
Figura 2.18 Fibra óptica Planar.....	22
Figura 2.19 Multiplexación por División de Frecuencia.....	23
Figura 2.20 Multiplexación por División de Frecuencia.....	23
Figura 2.21 Multiplexación por División de Longitud de Onda.....	24
Figura 2.22 Representación de una red de telecomunicaciones.....	24
Figura 2.23 Diferentes tecnologías aplicadas en redes de acceso.....	25
Figura 2.24 Tipos de red de conmutación.....	26
Figura 2.25 FTTN (Fiber to the Node).....	27
Figura 2.26 FTTC (Fiber to the Curb).....	28
Figura 2.27 FTTB (Fiber to the Build).....	28
Figura 2.28 FTTH (Fiber to the Home).....	29
Figura 2.29 Elementos de la ODN.....	30
Figura 2.30 Rack de ODF's de una de las OLT de la CNT EP.....	31
Figura 2.31 Red de Distribución GPON.....	32
Figura 2.32 Área de Dispersión de la NAP - C3.....	33
Figura 2.33 Caja de Distribución Óptica NAP.....	33
Figura 2.34 Armario GPON - FDH, instalada con su respectiva base.....	34
Figura 2.35 Splitter Óptico de 2 entradas - 32 salidas.....	35
Figura 2.36 Roseta Óptica.....	35
Figura 2.37 ONT y características generales.....	36
Figura 2.38 Manga de empalme de 96 Fibras Ópticas.....	37
Figura 2.39 Herraje terminal.....	38
Figura 2.40 Herraje de paso.....	39
Figura 2.41 Herraje tipo brazo farol.....	39
Figura 2.42 Porta reservas en galería de cables.....	40
Figura 3.1 Flujograma de actividades para Diseño y Construcción de una Red de Planta Externa.....	43
Figura 3.2 Revisión previa y toma de medidas en el Armario.....	44
Figura 3.3 Valores de Resistencia arrojados por el multímetro.....	45
Figura 3.4 Modelo FTTH para servicios masivos a través de un Armario (FDH).....	46
Figura 3.5 Censo de demanda.....	48

Figura 3.6 Censo y Levantamiento de Información Georeferenciada.....	49
Figura 3.7 Estudio de Áreas de Dispersión – Bellavista.....	50
Figura 3.8 Red de Distribución – OLT Carolina, Distrito 01, sector Bellavista.	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Tipos de onda electromagnética, longitudes de onda y frecuencias.....	4
Tabla 2.2 Bandas de operación y rango de longitud de onda.	5
Tabla 2.3 Diámetros de fibras multimodo y monomodo	10
Tabla 2.4 Comparación de las fibras monomodo de acuerdo a la ITU-T.....	15
Tabla 2.5 Tecnologías aplicadas según las arquitecturas FTTx.....	29
Tabla 3.1 Información de Distancia y Resistencia de Bucle entre las Centrales y los Distritos construidos con Infraestructura de cobre.	44
Tabla 3.2 Ancho de Banda permitido en función del Bucle	45
Tabla 3.3 Cálculo de Presupuesto Óptico.....	53
Tabla 3.4 Memoria Técnica Descriptiva del Diseño	55
Tabla 3.5 Lista de Materiales - Red Feeder	56
Tabla 3.6 Lista de Materiales - Red de Distribución	56

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las nuevas tendencias de telecomunicaciones han impulsado la evolución de los servicios de internet de alta velocidad, IPTV, video conferencia, entre otros.

Las tecnologías xDSL (como por ejemplo ADSL2+ y VDSL) permiten al proveedor brindar servicios de internet de banda ancha; pero ¿qué sucede cuando el ancho de banda que ofrecen depende directamente de la longitud del bucle entre la central telefónica más cercana y el abonado? El par de cobre tiene múltiples características que influyen en la capacidad de navegación, entre otros servicios que se pueden ofertar. Uno de los elementos más influyentes es la relación señal a ruido presente en el cable de cobre, esto debido a la inducción electromagnética producido por los cables de servicio eléctrico cercanos a éste.

Las telecomunicaciones mueven el mundo, la demanda de altos niveles de ancho de banda con paquetes de datos ilimitados son cada vez más comunes, de manera corporativa o masiva, para lograr aquello requieren de tecnologías superiores o más flexibles a los entregados a través del par de cobre, debido a sus bajos niveles de ancho de banda; o vía inalámbrica celular, debido a que sus paquetes de datos son limitados y a alto precio.

En el presente, es importante contar con información ágil y segura. Las telecomunicaciones han contribuido en gran manera en el desarrollo económico; mediante una correcta y bien estudiada red de telecomunicaciones se puede reducir costes de migración de tecnologías, mejorar la productividad, y por ende, generar competitividad.

Ante ello, es de vital importancia el diseño de una Optical Distribution Network (ODN), por sus siglas en inglés, o Red de Distribución Óptica para el sector de Bellavista de la ciudad de Quito, para atender el requerimiento de sus interesados.

1.1 Formulación y Sistematización del Problema

- Debido a que no se disponen de centrales telefónicas cercanas a Bellavista, se pronostica que la longitud de bucle supera los 1000 ohmios, capacidad

máxima que debe tener el par de cobre para entregar un ancho de banda mínimo de 2 Megas por segundo (Mbps).

- El par de cobre presenta limitaciones para trabajar a grandes distancias sin regeneración.
- Existen marcadas diferencias entre el coste de producción de atención entre el par de cobre y fibra óptica; mientras el valor del par de cobre está en ascenso, el valor de producción de la fibra óptica y sus elementos pasivos tienden a reducirse.
- En gran parte de Bellavista existen huecos de cobertura celular, lo que provoca pérdidas de señal y falta de nitidez en las llamadas, generando malestar entre los habitantes de este sector.
- En general, los hogares prefieren trabajar con servicios de internet de manera fija antes que la móvil para labores académicas y personales (redes sociales).
- El costo por mantenimiento de fibra óptica es mucho menor a los generados por el par de cobre. Muchos de los elementos pasivos del par de cobre, como mangas y cable ya no se encuentra en el mercado. El servicio de telecomunicaciones, a través del par de cobre tiende a desaparecer.

1.2 Objetivo General

Diseñar una Red de Distribución Óptica GPON en el sector de Bellavista, ciudad de Quito, para la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP.

1.3 Objetivos Específicos

- Elaborar un estudio técnico para atender a aproximadamente de mil doscientas familias que residen en el sector, a través de tecnología FTTH - GPON.
- Contribuir al conocimiento del funcionamiento de redes de Planta Externa - Fibra Óptica GPON que intervienen en el diseño.
- Incorporar herramientas digitales de diseño de redes de fibra óptica GPON, como el GPS y AutoCAD.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y METODOLÓGICA

2.1 Física de la luz

En términos generales, de acuerdo a sus propiedades de propagación en el vacío, la luz se define como una onda electromagnética, con velocidad definida y trayectoria multidireccional, que al desplazarse, forma un movimiento oscilatorio, trazando una frecuencia.

Como partícula, la luz es una fuente de energía generada por el choque de un fotón con un electrón, como en una celda fotoeléctrica, tiene la capacidad de entregar energía y ponerlo en movimiento, liberando de esta forma energía eléctrica. El mismo criterio que se considerará para el presente estudio.

2.2 Espectro electromagnético

El ojo humano es capaz de percibir un rango definido, entre los 440 nm a 700 nm, a los extremos, y con longitudes menores a 400 nm encontramos la luz ultravioleta, y sobre los 700 nm, la infrarroja, en un espectro electromagnético amplio definido ya sea por frecuencia o por longitud de onda, el mismo que se puede apreciar en la figura 2.1

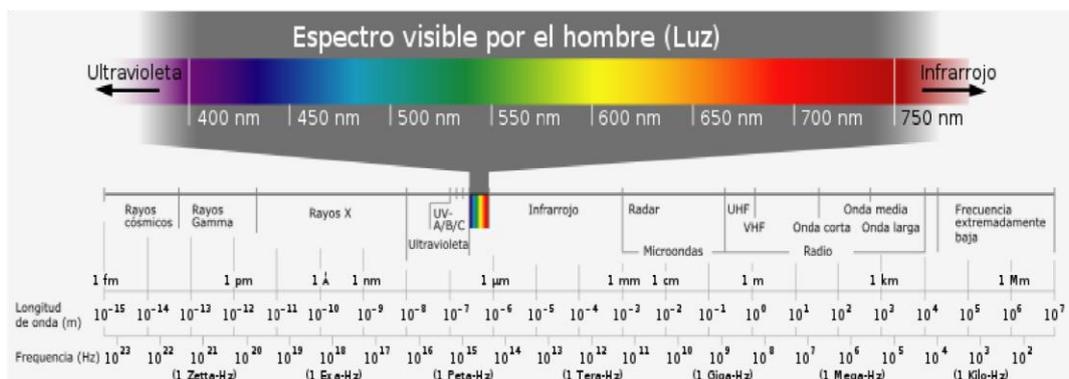


Figura 2.1 Espectro Electromagnético de la luz

Fuente: Fibra Óptica en el Hogar – FTTH Council Latam

Los tipos de ondas electromagnéticas, junto a una referencia y su rango de frecuencia y longitud de onda, inversamente proporcionales entre sí, los mismos que se pueden visualizar en la tabla 2.1

Tabla 2.1 Tipos de onda electromagnética, longitudes de onda y frecuencias.

TIPO DE ONDA	DESCRIPCIÓN	LONGITUD DE ONDA	FRECUENCIA
RADIO	VLF	> 10 km	< 30 KHz
	LF	> 1 km	< 300 KHz
	MF	> 100 m	< 3 MHz
	HF	> 10 m	< 30 MHz
	VHF	> 1 m	< 300 MHz
MICROONDA	UHF	> 100 mm	< 3 GHz
	SHF	> 10 mm	< 30 GHz
INFRAROJO	LEJANO	> 1 mm	< 300 GHz
	MEDIO	> 50 μ m	< 6 THz
	CERCANO	> 2.5 μ m	< 120 THz
LUZ VISIBLE		> 780 nm	< 384 THz
ULTRAVIOLETA	CERCANO	> 380 nm	< 789 THz
	EXTREMO	> 200 nm	< 1.5 PHz
RAYOS X		> 10 nm	< 30 PHz
RAYOS GAMMA		> 10 μ m	< 30 EHz

Fuente: Fibra Óptica en el Hogar – FTTH Council Latam

2.3 Espectro de Transmisión de Señales Ópticas

El espectro que se utiliza en la transmisión de señales ópticas se basa en tres ventanas. La primera ventana corresponde a los 850 nm, con una atenuación de 2 dB/Km, utilizada por emisores tipo LED.

La segunda, con 1310 nm, una atenuación de 0,5 dB/Km en el que intervienen emisores LED y LASER. Y la tercera ventana, con 1510 nm, con una atenuación inferior a los 0,3 dB/Km, siendo utilizados solo por emisores LASER. En la figura 2.2, se establecen las ventanas y bandas de operación para el espectro de transmisión de señales ópticas.

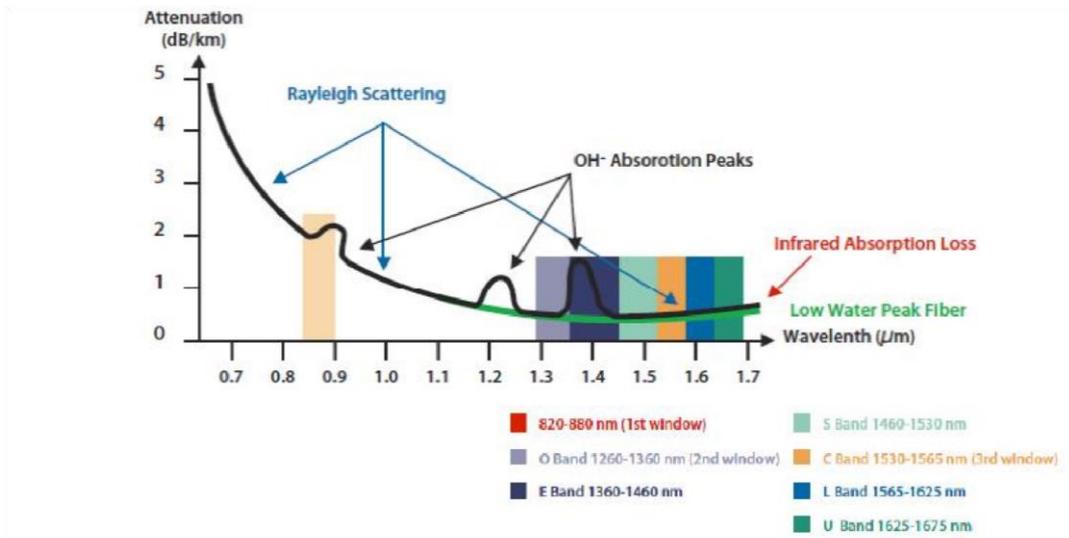


Figura 2.2 Ventanas y bandas de operación

Fuente: CFO-PUCE-Cap1

La tabla 2.2 detalla las bandas de operación, incluyendo antiguas ventanas, con una mejora en los niveles de atenuación por kilómetro.

Tabla 2.2 Bandas de operación y rango de longitud de onda.

BANDA	DESCRIPCIÓN	VENTANA	RANGO (nm)	ATENUEACIÓN (dB/km)
O	ORIGINAL (Original)	SEGUNDA	1260 - 1360	0.35
E	EXTENDIDA (Extended)	----	1360 - 1460	0.33
S	CORTA (Short)		1460 - 1530	0.25
C	CONVENCIONAL (Coventional)	TERCERA	1530 -1565	0.19
L	LARGA (Long)		1565 - 1625	0.21
U	ULTRALARGA (Ultralong)		1625 - 1675	0.23

Fuente: CFO-PUCE-Cap1

2.4 Reflexión

Cuando una onda incide sobre una superficie plana, como la presentada en la figura 2.3, generará una nueva onda que se alejará de la superficie a la cual incidió, parte de esta energía se transmite hacia el otro medio.

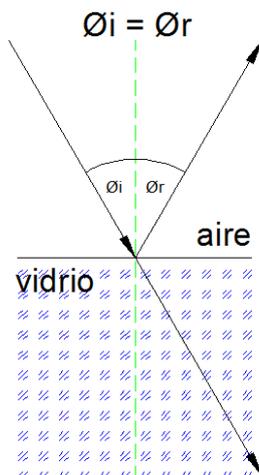


Figura 2.3 Ley de la reflexión de Snell

Fuente: Normativa de Diseño de Planta Externa CNT EP, 2015

2.5 Refracción

De acuerdo a la reflexión, cuando parte de la energía pasa al siguiente medio, es decir, la onda que ingresa al vidrio, ésta sufrirá un retraso de fase con respecto al incidente, debido a que se encuentra en un medio de mayor densidad. En la figura 2.4 se muestra como se refracta un rayo de luz que incide en la superficie del vidrio, generando un ángulo refractado, menor que el de incidencia con la recta normal a la superficie, y al que se lo denomina ángulo de refracción.

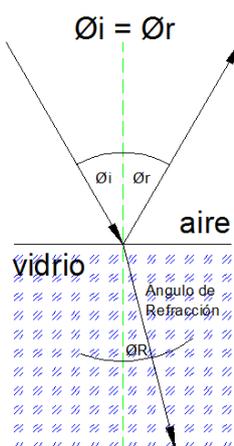


Figura 2.4 Ley de la Refracción

Fuente: Normativa de Diseño de Planta Externa CNT EP, 2015

En cambio, si la refracción sucede desde un medio a otro de menor densidad, el ángulo de incidencia será menor que el de refracción. Existe una relación matemática que relaciona el ángulo de refracción, los índices de refracción de los medios y el ángulo de incidencia, y que se denomina Ley de Snell.

2.6 Reflexión Total

Este fenómeno es un caso particular de la refracción. Dado que la condición de reflexión total se da para un determinado ángulo de incidencia, pasa de un medio de mayor densidad a otro menor cuando un haz de luz ingresa con un ángulo tal, que al chocar con la superficie del núcleo en lugar de refractarse, se refleja con toda su potencia como si se tratase de un espejo.

La figura 2.5 detalla como el haz de luz se refleja en el límite entre el núcleo y el revestimiento, con un ángulo que permite este proceso.

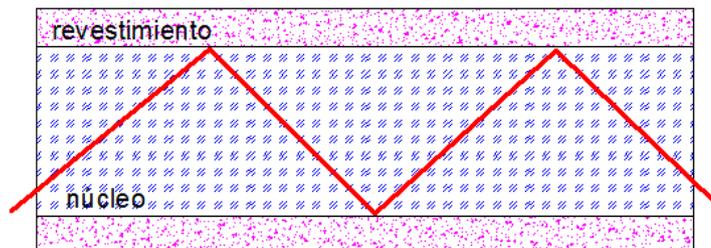


Figura 2.5 Reflexión de haz de luz dentro del núcleo.

Fuente: Fibra Óptica en el Hogar – FTTH Council Latam

2.7 Fibra Óptica

Medio de transmisión guiado, utilizado en transmisiones de larga distancia; construido a base de un hilo muy fino de vidrio o plástico, a través del cual se envían pulsos de luz (láser o led), que representan los datos a transmitir.

Tiene una alta capacidad de transmisión, una sola fibra puede recoger el tráfico de muchos usuarios y transportarlo a través de la red, gracias a su reflexión total interna. Cuando un haz de luz ingresa con un ángulo tal que, se refleja con toda su potencia en el revestimiento, permite su paso.

De acuerdo a la figura 2.6, un hilo de fibra óptica consta de un núcleo central de plástico o cristal (óxido de silicio y germanio) con un alto índice de refracción. Cuanto mayor sea la diferencia de índices, y mayor el ángulo de incidencia, se hablará entonces de una reflexión interna total.

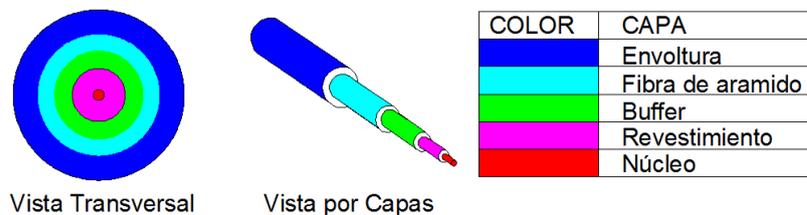


Figura 2.6 Estructura de la fibra óptica

Fuente: Fibra Óptica en el Hogar – FTTH Council Latam

De acuerdo a la Norma Técnica de Diseño de Planta Externa con Fibra Óptica de la CNT EP, la fibra óptica deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Los cables de fibra óptica para Feeder, Distribución y Distribución interna en Urbanizaciones deberán cumplir la norma ITU-T G.652D.
- Los cables de fibra óptica para Distribución Interna en Edificios y Red de Dispersión deberán cumplir la norma ITU-T G.657.A1 o G.657.A2.
- La identificación de los hilos del cable de fibra óptica está en función de la Norma TIA/EIA 598, la misma que se muestra en la figura 2.7.

Posición	Colores
1	Azul
2	Anaranjado
3	Verde
4	Café
5	Plateado (Gris)
6	Blanco
7	Rojo
8	Negro
9	Amarillo
10	Violeta
11	Rosa (Rosado)
12	Aqua (Celeste)

Figura 2.7 Identificación de hilos de cable de fibra óptica en función de la Norma TIA/EIA

Fuente: Fibra Óptica en el Hogar – FTTH Council Latam

2.8 Partes de la Fibra Óptica

La fibra óptica está compuesta de diferentes capas, con el fin de proteger la información que viaja a través de ésta, de factores externos.

2.8.1 Núcleo (Core)

Es el filamento de vidrio de sílice, dopado con materiales como B_2O_3 (Óxido de Boro), GeO_2 (Óxido de Germanio), P_2O_5 (Óxido Fosfórico), elemento básico para la emisión de luz.

2.8.2 Revestimiento

Capas que rodean al núcleo, construidas a base de un material con un índice de refracción menor al del núcleo.

2.8.3 Buffer

Protección de la fibra que la cubre de las adversidades del medio.

2.8.4 Fibra de Aramido

Fabricada de kevlar, cubre el buffer evitando la deformación por estiramiento de la fibra óptica al momento de instalarla.

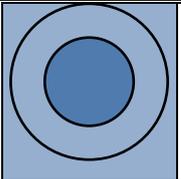
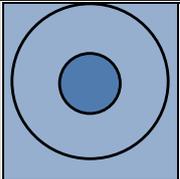
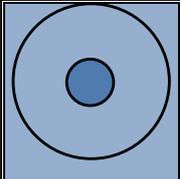
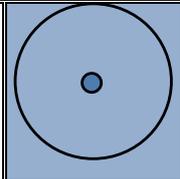
2.8.5 Envoltura

Chaqueta exterior que envuelve todas las capas anteriores de la fibra óptica, ofreciendo protección contra la abrasión, corrosión, cortes, etc. Es conocida también como protección mecánica de la fibra óptica.

2.9 Tipos de Fibra Óptica

Se clasifican en dos tipos de acuerdo al modo de propagación de luz en el interior de la fibra óptica, multimodo y monomodo. En la tabla 2.3 se indican los diámetros del núcleo y su revestimiento.

Tabla 2.3 Diámetros de fibras multimodo y monomodo

TIPO	MULTIMODO	MULTIMODO	MULTIMODO	MONOMODO
GRÁFICA				
NÚCLEO (Micrones)	100	62.5	50	10
REVESTIMIENTO (Micrones)	140	125	125	125

Fuente: Análisis y Simulación de la capacidad de escalabilidad de una red Nacional DWDM para que opere a 128 Lambdas – Mg. David Cando; PUCE.

2.9.1 Fibra Multimodo

Pueden guiar y transmitir varios modos de propagación, se utiliza para distancias cortas, hasta 3 Km. No apta para transmisión a altas velocidades y tramos extensos. Se divide en dos tipos: índice escalonado e índice gradual.

2.9.1.1 Índice Escalonado

El diámetro está entre los 50 micrones a los 100 micrones, y su revestimiento entre los 125 micrones a 140 micrones, de acuerdo a la figura 2.8.

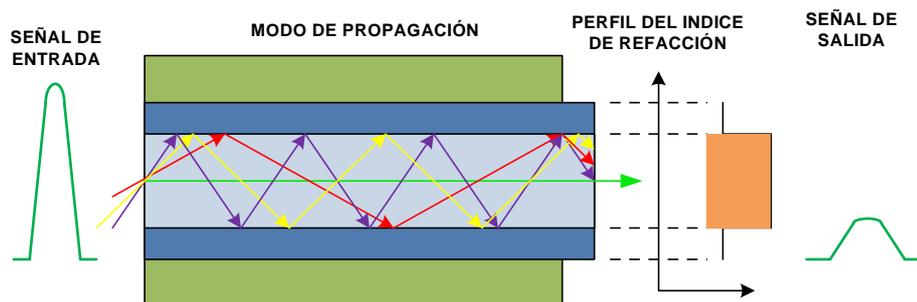


Figura 2.8 Fibra multimodo de índice escalonado

Fuente: Análisis y Simulación de la capacidad de escalabilidad de una red Nacional DWDM para que opere a 128 Lambdas – Mg. David Cando; PUCE.

Por su amplio núcleo, posee muchos caminos de propagación lo cual provoca una limitación de ancho de banda, siendo utilizada para enlaces cortos de hasta 1 Km de distancia o en aplicaciones de redes locales.

2.9.1.2 Índice Gradual

Reduce los modos de propagación al variar el índice de refracción en el núcleo, comprometiendo la eficiencia de acoplamiento para obtener mayor ancho de banda. Con menos modos de propagación y reduciendo la dispersión, es posible aumentar el ancho banda. Es por eso que este tipo de fibra se puede utilizar en enlaces de hasta 10 Km.

Su núcleo tiene un diámetro de 50 micrones y su revestimiento de 125 micrones, como se aprecia en la figura 2.9.

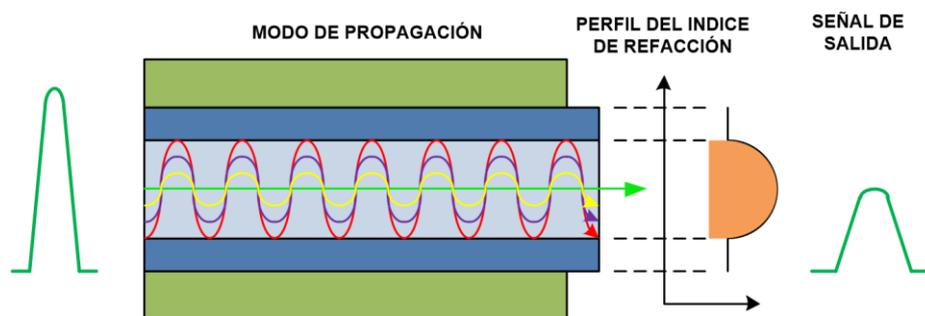


Figura 2.9 Fibra multimodo de índice gradual

Fuente: Análisis y Simulación de la capacidad de escalabilidad de una red Nacional DWDM para que opere a 128 Lambdas – Mg. David Cando; PUCE.

2.9.2 Fibra Monomodo

Es el más utilizado, debido a su especial diseño, guía y transmite el haz de luz en un solo modo de propagación y permite transportar elevados anchos de banda.

Entre sus características principales está el tamaño reducido del núcleo, muy baja atenuación y una gran capacidad de ancho de banda, tal como se muestra en la figura 2.10, siendo ideales para enlaces ópticos a distancias mayores a 10 Km.

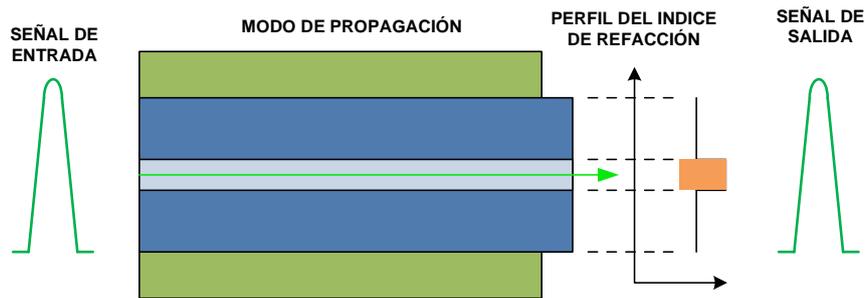


Figura 2.10 Fibra monomodo de índice escalonado

Fuente: Análisis y Simulación de la capacidad de escalabilidad de una red Nacional DWDM para que opere a 128 Lambdas – Mg. David Cando; PUCE.

Su desventaja radica en la dificultad de insertar señales ópticas debido a su apertura numérica de 0.1 o un ángulo de incidencia de 12°. Es muy susceptible a la tensión mecánica, empalmes defectuosos, mala implementación, entre otras. Se recomienda el uso de fuentes de luz láser para la transmisión de información.

2.10 Atenuación de la Fibra Óptica

Una fibra óptica, al ser un medio pasivo, produce atenuación, dispersión y fenómenos no lineales en los pulsos de luz que se lo inyectan.

La atenuación disminuye la energía (potencia óptica) de los pulsos de luz. Para calcular la atenuación de un enlace (dB/Km) se realiza conociendo la longitud de onda definida por el emisor de luz y la longitud del enlace en Km.

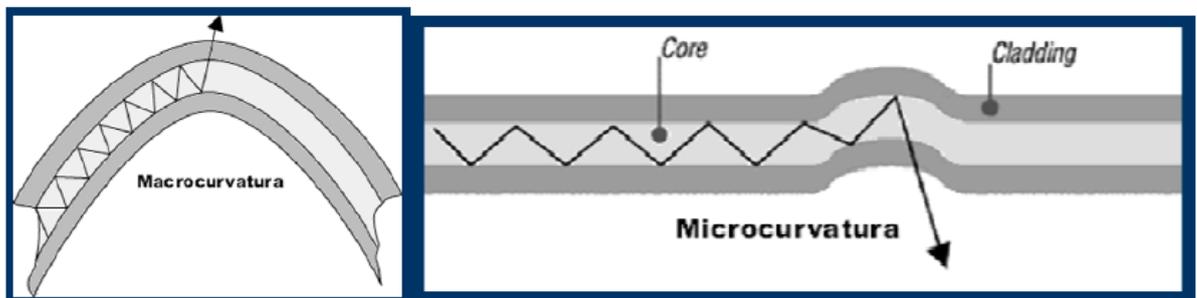


Figura 2.11 Atenuación debido a Macro y Micro curvaturas

Fuente: Fibra Óptica en el Hogar – FTTH Council Latam

La dispersión deforma (ensancha) los pulsos. En macro o microcurvaturas, al someterse la fibra al bobinado, tendido, etc., se genera una atenuación adicional debido a la variación en la geometría de la interfaz núcleo – revestimiento; los rayos exceden el ángulo crítico de reflexión total y esta alteración produce que los rayos que viajan en su interior se escapen al exterior, como se puede apreciar en la figura 2.11.

Otros fenómenos No Lineales deforman (distorsionan) la señal. Como su composición, impurezas que no se pueden eliminar, empalmes o conectores. Estas características de transmisión son dependientes de la longitud de onda de transmisión.

2.11 Estándares de la fibra Óptica

La ITU-T ha generado recomendaciones para los tipos de fibra óptica dentro de la serie G de sus estándares y normas. Para fibras monomodo y multimodo se han establecido las siguientes recomendaciones:

2.11.1 ITU-T G.651

Fibra Multimodo, que permite la transmisión de varios rayos de luz por periódicas reflexiones, con estas reflexiones, aumenta la dispersión lo que limita su uso a redes cortas, no se recomienda para redes dorsales.

2.11.2 ITU –T G.652

Fibra Monomodo, estándar de dispersión no desplazada, en sus inicios fue diseñada para operar en la segunda ventana (1310 nm), no obstante también se la puede usar en la tercera ventana de operación (1550 nm) y en las bandas O, C y L. Presenta una dispersión cromática de inferior a los $17 \text{ ps}/(\text{nm} * \text{Km})$ y valores de dispersión PMD que varían entre $0.2 \text{ ps}/\sqrt{\text{Km}}$ y $0.5 \text{ ps}/\sqrt{\text{Km}}$, y con una atenuación entre $0.3 \text{ dB}/\text{Km}$ y $0.4 \text{ dB}/\text{Km}$ los dependiendo de la extensión del estándar (A, B, C y D).

Comúnmente es usada en la implementación de redes CWDM, es la más comercializada, sin embargo sus características no son aptas para sistemas DWDM, sin embargo existen compensadores de dispersión en la nueva generación de equipos DWDM.

2.11.3 ITU-T G.653

Fibra Monomodo, estándar de dispersión desplazada, diseñada para operar en la tercera ventana (1550 nm), con una dispersión cromática de menor a $3.5 \text{ ps}/(\text{nm} * \text{Km})$, una dispersión PMD de $0.5 \text{ ps}/\sqrt{\text{Km}}$ y una atenuación de 0.35 dB/Km . Con estas características puede ser empleada en la implementación de redes de larga distancia, o redes SDH ópticas.

2.11.4 ITU-T G.654

Fibra Monomodo, estándar especial monomodo. Se la ha diseñado para que opera en la tercera ventana (1550 nm). Esta es una fibra de bajas pérdidas por poseer un núcleo hecho de silicio puro, es por esto su alto costo. Soporta mayores niveles de potencia, su núcleo tiene un diámetro que está entre los 9.5 micrones y 10.5 micrones, con una dispersión cromática alta de $22 \text{ ps}/(\text{nm} * \text{Km})$, es utilizada para aplicaciones de larga distancia bajo el agua.

2.11.5 ITU-T G.655

Fibra Monomodo, estándar de dispersión desplazada no nula, diseñada para operar en la tercera ventana (1550 nm) y en las bandas C y L. Con una dispersión cromática menor a $10 \text{ ps}/(\text{nm} * \text{Km})$, con una dispersión PMD que está entre $0.2 \text{ ps}/\sqrt{\text{Km}}$ y $0.5 \text{ ps}/\sqrt{\text{Km}}$ y con atenuación de 0.35 dB/Km . Sus características reducen los efectos no lineales, se utiliza en la implementación de sistemas DWDM.

2.11.6 ITU-T G.656

Fibra Monomodo, estándar de dispersión no nula para el transporte óptico de banda ancha, opera en la tercera ventana (1550 nm) y en las Bandas S, C y L. con una dispersión cromática menor a $9.28 \text{ ps}/(\text{nm} * \text{km})$, con una dispersión PMD de $0.2 \text{ ps}/\sqrt{\text{km}}$ y una atenuación de 0.35 dB/km . Se la utiliza en la implementación de redes CWDM y DWDM.

2.11.7 ITU-T G.657

Fibra diseñada para redes de acceso, en su estándar se divide en dos, la tipo A que es exactamente compatible con el estándar G.652 y la tipo B tiene ciertas

características del estándar G.652, sin embargo posee bajas pérdidas por macrocurvaturas. Opera en la segunda ventana (1310 nm) y tercera ventana (1550 nm). Se la emplea solo en redes de acceso.

En la tabla 2.4, se observa una comparación de los diferentes estándares de la ITU-T para fibras ópticas monomodo.

Tabla 2.4 Comparación de las fibras monomodo de acuerdo a la ITU-T

	G.652A	G.652B	G.652C	G.652D	G.653	G.655	G.656	G.657 A1	G.657 A2	G.657 B2	G.657 B3
Atenuación db/km@1310nm	0.5	0.4	0.4	0.4	-	N/A	N/A	0.4	0.4	0.5	0.5
Atenuación db/km@1550nm	0.4	0.35	0.3	0.3	0.35	0.35	0.35	0.3	0.3	0.3	0.3
Atenuación db/km@ 1383nm	N/A	N/A	0.4	0.4	N/A	N/A	N/A	0.4	0.4	N/A	N/A
Longitud de onda de corte	1280	1280	1280	1280	1270	1450	1450	1280	1280	1280	1280
Dispersión Cromática ps/nm km	<17	<17	<17	<17	<3.5	<10	<9.28	N/A	N/A	N/A	N/A
PMD ps/sqrt KM	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	N/A	N/A
Macroreflexion	r=30mm #100 Att@1550 0.1db	r=30mm #100 Att@1625 0.1db	r=30mm #100 Att@1625 0.1db	r=30mm #100 Att@1625 0.1db	r=30mm #100 Att@1550 0.5db	r=30mm #100 Att@1550 0.5db	r=30mm #100 Att@1550 0.5db	r=15mm #10 Att@1550 0.25db	r=15mm #10 Att@1550 0.03db	r=10mm #1 Att@1550 0.03db	r=10mm #10 Att@1550 0.03db
MFD μ m	8,6-9,5 @ 1310nm	8,6-9,5 @ 1310nm	8,6-9,5 @ 1310nm	8,6-9,5 @ 1310nm	7,8-8,5 @ 1550nm	8-11 @ 1550nm	7-11 @ 1550nm	8,6-9,5 @ 1310nm	8,6-9,5 @ 1310nm	8,3-9,5 @ 1310nm	8,3-9,5 @ 1310nm

Fuente: sahel_rodriguez, 2012

2.12 Dispositivos Ópticos

2.12.1 Fuente de luz

Es una forma de energía pequeña, con la facilidad de cambiar su frecuencia y focalizada de tal manera que su luz sea acoplada mediante el uso de lentes especiales para su labor. También se emplean prismas, redes de difracción y sobretodo, acopladores direccionales para transportar la luz.

La estructura de estas fuentes de luz están basadas en dispositivos semiconductores con uniones P-N, correspondientes a los LED o LASER. Los conectores permiten realizar conexiones entre equipos, ya sea entre un ODF y un puerto óptico, o entre puertos ópticos.

2.12.1.1 LED (Diodo Emisor de Luz)

Semiconductor que permite la emisión de luz de manera espontánea de fotones. Maneja longitudes de onda típicas de 850 nm y 1300 nm, utilizado en comunicaciones de corto alcance. Susceptible a los cambios de temperatura, sin embargo es más estable que el láser.

Tiene un tiempo de respuesta más elevado y un mayor tiempo de vida, en el cual su potencia de salida no disminuye con el tiempo, siendo sencillo y de bajo costo, ideal para la implementación de redes pequeñas.

2.12.1.2 Láser

Basado en la emisión estimulada o inducida, esto se produce cuando un fotón provoca que un electrón cambie de un estado alto de energía a uno menor, liberando un nuevo fotón con la misma frecuencia y fase del anterior, lo que produce luz sincronizada de alta potencia.

Las frecuencias que se generan dentro de la cavidad son uniformes y periódicas, el periodo que existe entre dos picos se lo denomina rango espectral libre.

2.12.2 Fotodetectores

Ubicados al final de la red de transmisión, la energía luminosa debe ser recibida y convertida en energía eléctrica, para continuar con el proceso de comunicación. Siendo los más utilizados, los fotodiodos.

En la actualidad existen dos tipos de fotodetectores, el fototransistor que es empleado para enlaces muy pequeños por su buena sensibilidad, sin embargo su bajo tiempo de respuesta lo hace incapaz de detectar tramas de alta velocidad, y el fotodiodo, que tiene la capacidad de detectar fotones, y bajo la presencia de un

campo eléctrico da como producto una corriente eléctrica. Dentro de estos fotodiodos se tiene dos tipos: el PIN y el APN.

2.12.2.1 PIN (Positiva Intrínseca Negativa)

De acuerdo a la figura 2.12, está compuesta por una capa intrínseca, casi pura, de material semiconductor tipo P y N, que permite aumentar la región de transición restando impurezas, siendo el más común en el mercado por su productividad, fiabilidad, bajo ruido y compatibilidad con circuitos amplificadores,

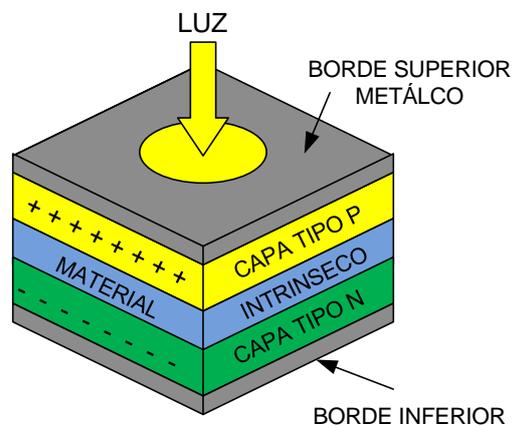


Figura 2.12 Estructura de un fotodiodo PIN

Fuente: Análisis y Simulación de la capacidad de escalabilidad de una red Nacional DWDM para que opere a 128 Lambdas – Mg. David Cando; PUCE.

Para que funcione, se requiere polarizarlo directamente con voltajes entre 10 V y 40 V, considerando la responsividad del diodo (factor de respuesta para producir corriente eléctrica a partir de una potencia lumínica incidente), y su eficiencia cuántica (proceso de conversión de fotones en pares electrón – hueco).

2.12.2.2 APD (Fotodiodo de Avalancha)

Con su juntura NPIP (Negativo – Positivo – Intrínseco – Positivo), detallado en la figura 2.13, ofrece mayor sensibilidad que el fotodiodo PIN, y mayor tolerancia a las variaciones de temperatura, siendo más compleja su fabricación y por ende, más costosa.

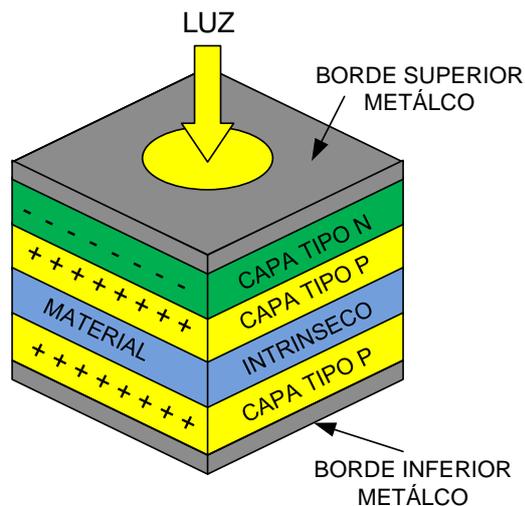


Figura 2.13 Estructura de un Fotodiodo APD

Fuente: Análisis y Simulación de la capacidad de escalabilidad de una red Nacional DWDM para que opere a 128 Lambdas – Mg. David Cando; PUCE.

2.12.3 Conectores

Elemento pasivo que permite la interconexión entre equipos. La función del conector es alinear los núcleos de dos fibras, evitando un aumento de pérdidas por inserción, llamado también pérdidas por reflectancia, esto sucede cuando la luz llega a un conector, una porción de luz se refleja hacia atrás en la superficie de la fibra. Las reflexiones por regreso de luz por efecto Fresnel es causado por cambios bruscos del índice de refracción, en empalmes mecánicos, conectores/adaptadores, rotura de fibra, etc. En la traza del OTDR se ve como un pico, crea una zona muerta después de la reflexión.

La pérdida óptica de un conector se mide por las dos conexiones alojadas en el adaptador. La pérdida típica de un conector es de 0.5 dB; los diferentes tipos de conectores se especifican en la figura 2.14.

CONNECTORS	ADAPTERS	
		SC/PC
		SC/APC
		LC/PC & LC/APC
		FC/PC
		FC/APC
		ST/PC
		MTRJ
		MTP
		E2000/PC & E2000/APC
		MU/PC

Figura 2.14 Tipo de conectores

Fuente: Normativa de Diseño de Planta Externa CNT EP, 2015

- Los más comunes son los SC y LC. Los conectores pueden proveerse con: Sin pulido en ángulo (PC o UPC) o, con pulido en ángulo (APC)
- Para mediciones el mejor conector es el FC-UPC, ya que posee un anclaje que lo hace muy robusto para mediciones en campo donde constantemente se producen tensiones de desconexión.
- Para utilización de altas densidades (switch/armarios indoor) se utilizan los conectores LC, pudiendo ser APC o PC. Los mismos son más pequeños, la mitad de ancho que un SC.
- Para aplicaciones de alta potencia y capacidad, como enlaces DWDM, CWDM y SDH, se recomienda utilizar conectores E-2000, ya que es fácil de remover, poseen una tapa contra suciedad.
- Para aplicaciones FTTH, el conector más apto es el SC – APC, por su buena relación costo – performance. Tanto los OLT y los ONT como los FDH poseen esta conectorización.

2.12.4 Empalmes de fibras

Existen dos tipos de empalmes de fibras: por fusión y mecánica.

2.12.4.1 Empalmes por fusión

Se produce mediante la creación de un arco eléctrico entre dos electrodos. Las dos puntas cortadas de fibras se juntan en el arco, de manera que ambos extremos se funden, su método de fusión se aprecia en la figura 2.15.

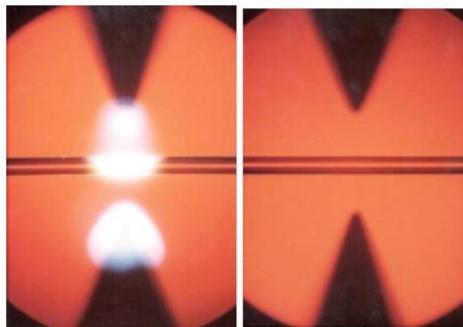


Figura 2.15 Método de empalme por fusión

Fuente: Fibra Óptica en el Hogar – FTTH Council Latam

2.12.4.2 Empalme mecánico

Basado en la alineación mecánica de dos fibras, de manera que se acople la luz que llega de una fibra a otra, tal como se presenta en la figura 2.16. Siendo aplicable en la terminación de fibras con conectores. Los diferentes fabricantes poseen herramientas para terminar las fibras en el empalme mecánico. Al realizar un empalme mecánico estos pueden ser cortados en ángulo o no, pero la unión tiene una mayor pérdida de retorno ORL. La pérdida de inserción de un empalme mecánico es típicamente menor a 0.3 dB.

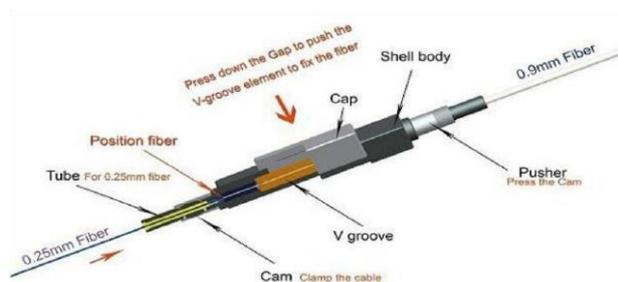


Figura 2.16 Estructura de un empalme mecánico

Fuente: Normativa de Diseño de Planta Externa de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, 2015

2.12.5 Divisores ópticos (splitters)

En el mercado se pueden encontrar de dos tipos: FBT (Fused biconic taper) y Planar Waveguide splitters.

2.12.5.1 FBT (Fused biconic taper)

Fabricados por fusión de dos fibras retorcidas, como se exhibe en la figura 2.17, este tipo de splitter contiene tecnología resistente para ambiente exterior. Están disponibles dispositivos monolíticos hasta 1:4 split ratio; en caso de ratios mayores, estos se fabrican poniendo en cascada splitters de 1:2, 1:3 o 1:4.

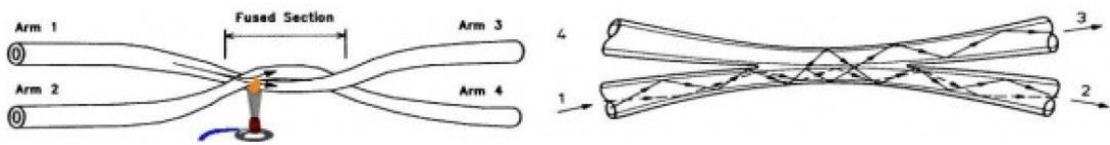


Figura 2.17 Fused Biconic Taper FBT

Fuente: Fibra Óptica en el Hogar – FTTH Council Latam

2.12.5.2 Splitter Planar

Los caminos ópticos se perforan dentro del chip de silica. Hay desde 1:4 a 1:32 split/ratios y mayores, con 2 entradas posibles.

Son compactos comparados con FBT a mayores Split ratios (no en cascada), y mejor pérdida de inserción, y espectro óptico más ancho comparado con FBT. Se muestra en la figura 2.18.

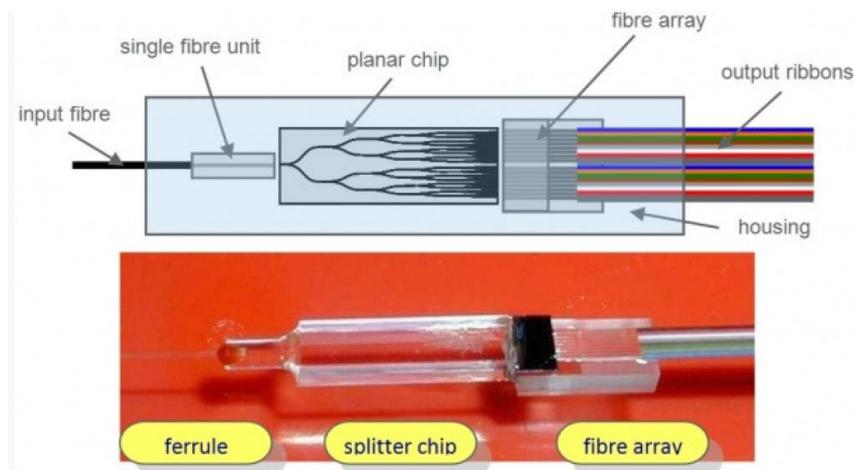


Figura 2.18 Fibra óptica Planar

Fuente: Fibra Óptica en el Hogar – FTTH Council Latam

2.12.6 Multiplexores Ópticos

Dispositivo que permite tomar diversas longitudes de onda, y transportarlas en un solo medio. Dependiendo del multiplexor, este podrá multiplexar señales de tiempo, frecuencia y longitudes de onda.

2.12.6.1 Multiplexación por División de Tiempo (TDM)

Técnica para compartir un canal de transmisión entre varios usuarios, asignando anchos de banda para cada cliente, durante cierto intervalo de tiempo o también llamado ranura o slot. De acuerdo a la figura 2.19, esta técnica organiza el canal de salida en tramas, asignando intervalos de tiempo a cada canal de entrada.

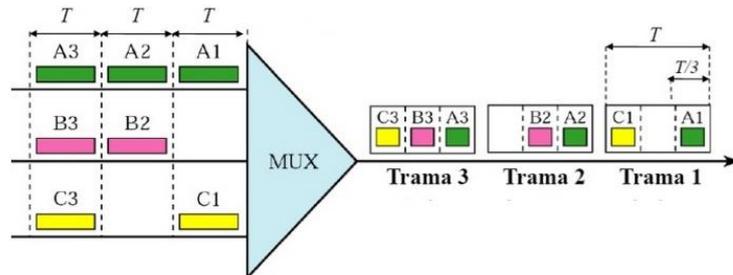


Figura 2.19 Multiplexación por División de Frecuencia

Fuente: Fibra Óptica en el Hogar – FTTH Council Latam

2.12.6.2 Multiplexación por División de Frecuencia (FDM)

Esta técnica consiste en dividir el espectro de frecuencia mediante filtros, y desplazar la señal a transmitir mediante modulaciones, de manera que cada cliente tenga posesión exclusiva de su banda de frecuencias, como se indica en la figura 2.20.

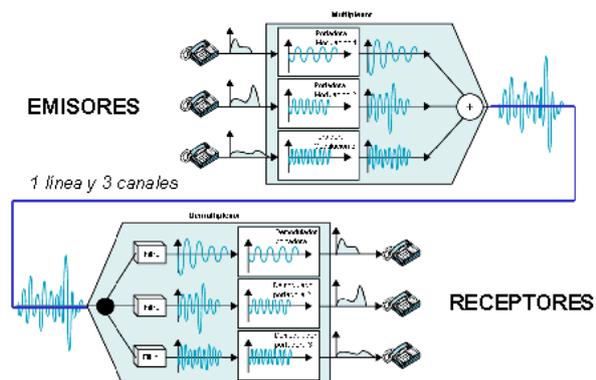


Figura 2.20 Multiplexación por División de Frecuencia

Fuente: Fibra Óptica en el Hogar – FTTH Council Latam

2.12.6.3 Multiplexación por División de Longitud de Onda (WDM)

Permite el transporte de varias señales, con diferentes longitudes de onda, a través de un medio, sin que interfieran entre sí, ejemplificado en la figura 2.21.

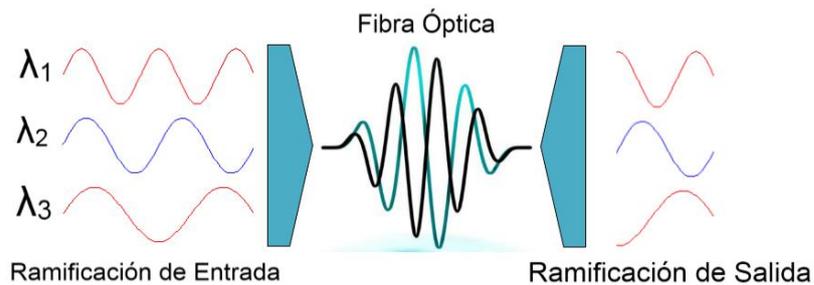


Figura 2.21 Multiplexación por División de Longitud de Onda

Fuente: Fibra Óptica en el Hogar – FTTH Council Latam

2.13 Redes de Telecomunicaciones

Consiste en una infraestructura guiada o no, denominada enlace por el que fluye información desde una fuente llamada NODO hasta su destino, el abonado, donde se aloja el equipo TERMINAL. Gracias a esta infraestructura los proveedores de servicio ofrecen a sus clientes diversos servicios de telecomunicaciones. Cada servicio de telecomunicaciones puede utilizar diferentes redes de transporte y acceso a la red telefónica, sea convencional o portátil con receptor y transmisor de radio.

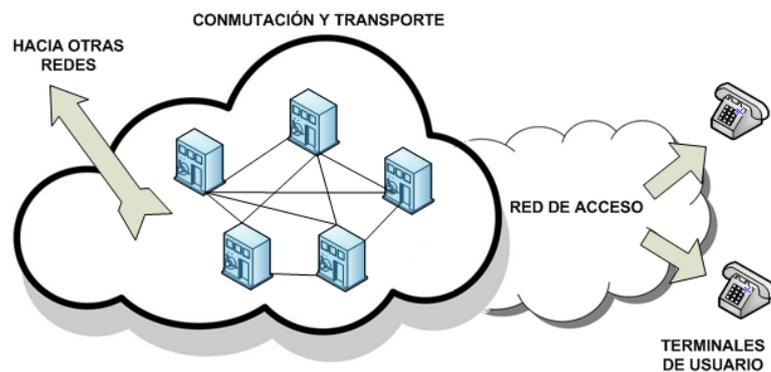


Figura 2.22 Representación de una red de telecomunicaciones

Fuente: Diseño de una red FTTH para el Edificio Solemni, Tlgo. Edwin Orozco – UDLA.

De acuerdo a la figura 2.22, el terminal y punto de acceso son independientes para cada cliente, mientras que la nube del núcleo de red, son compartidos por un alto número de abonados.

Cuando una red de telecomunicaciones conecta nodos entre sí se denomina Red de Transporte, mientras que, la conexión de nodos con el cliente, se denomina Red de Acceso.

2.13.1 Terminal de usuario

Dispositivo que conecta un cliente a otro, a través de un solo medio de transmisión, es una interfaz de la red. La terminal de usuario cambia la señal analógica, sea voz, texto, datos, etc., en señales digitales que fluirán a través de la red. El terminal también asigna el sistema de gestión de la red, el tipo de comunicación que se desea establecer y el usuario con el que se desea conectar.

2.13.2 Red de acceso

Segundo componente importante de una red de telecomunicaciones. La red de acceso permite la interconexión de las terminales telefónicas de cada usuario con el núcleo de red, como se muestra en la figura 2.23.

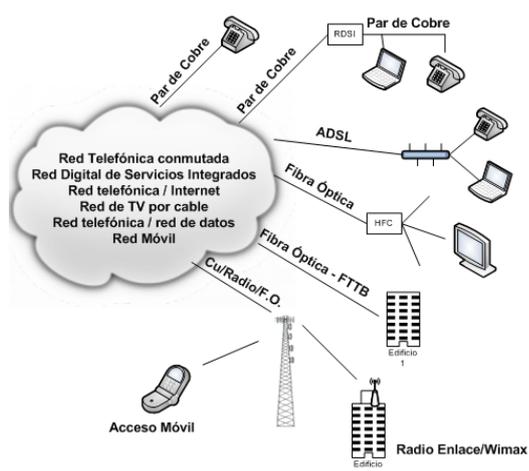


Figura 2.23 Diferentes tecnologías aplicadas en redes de acceso

Fuente: Diseño de una red FTTH para el Edificio Solemni, Tlgo. Edwin Orozco – UDLA.

Con el objetivo de conectar a los usuarios, se despliega una red de acceso con los nodos de conmutación. Para el caso de usuarios conectados a través del par de cobre, se requiere migrar esta tecnología a GPON debido a que cuando el abonado está a una distancia de entre 4 Km a 6 Km es imposible brindar servicios con anchos de banda mayores.

El presente proyecto integrador, pondrá énfasis en la variación de tecnología de transmisión a través de fibra óptica.

2.13.3 Conmutación y transporte

Consiste en una sucesión alternante de nodos y canales de comunicación, es decir, después de ser transmitida la información a través de un canal, llega a un nodo, éste a su vez lo procesa y transmite por el siguiente canal al siguiente nodo, y así sucesivamente, como se define en la figura 2.24

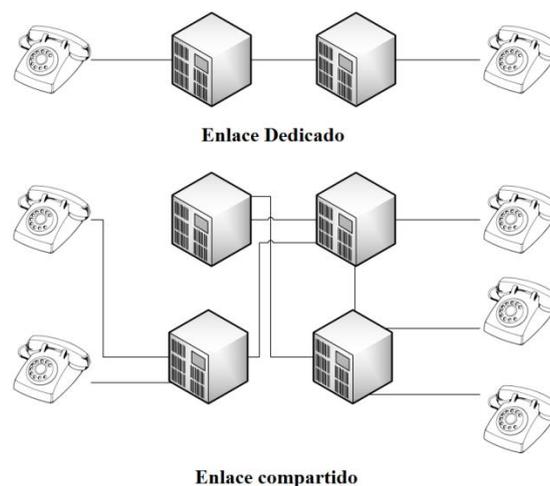


Figura 2.24 Tipos de red de conmutación

Fuente: Diseño de una red FTTH para el Edificio Solemni, Tlgo. Edwin Orozco – UDLA.

La tecnología X-DSL nos permite ofrecer al cliente más aplicaciones para el uso de banda ancha. HDSL (High rate Digital Subscriber Line) entrega velocidades de hasta 2 Mbps desde la red al usuario y viceversa, ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) entrega un ancho de banda de hasta 8 Mbps y desde el abonado a la red hasta

1 Mbps, y VDSL (Very high data rate Digital Subscriber Line) velocidades en ambas direcciones en distancias relativamente cortas.

2.14 Redes FTTx

FTTx (Fiber to the x) es un término genérico que sirve para determinar el acceso de la red de fibra óptica. Como arquitecturas más usuales para el acceso, se distinguen cuatro:

- FTTH (Fiber to the Home)
- FTTB (Fiber to the Building)
- FTTC (Fiber to the Curb)
- FTTN (Fiber to the Node)

2.14.1 FTTN (Fiber to the Node)

Su característica se basa en que esta arquitectura es que la fibra finaliza lejos de los clientes, se conecta con una plataforma y atiende con red de cobre a una distancia mayor a 300 m, indicado en la figura 2.25.



Figura 2.25 FTTN (Fiber to the Node)

Fuente: El Autor

2.14.2 FTTC (Fiber to the Curb)

Parecido a la FTTN, con la diferencia de que, el lugar donde concluye la fibra está más cerca al usuario, habitualmente a una distancia menor a 300 m, según se señala en la figura 2.26.



Figura 2.26 FTTC (Fiber to the Curb)

Fuente: El Autor

2.14.3 FTTB (Fiber to the buiding)

De acuerdo a la figura 2.27, su punto de terminación se localiza por lo general en un punto de distribución en el cuarto de comunicaciones del edificio, permitiendo atender con tecnología VDSL2 sobre par de cobre LAN.

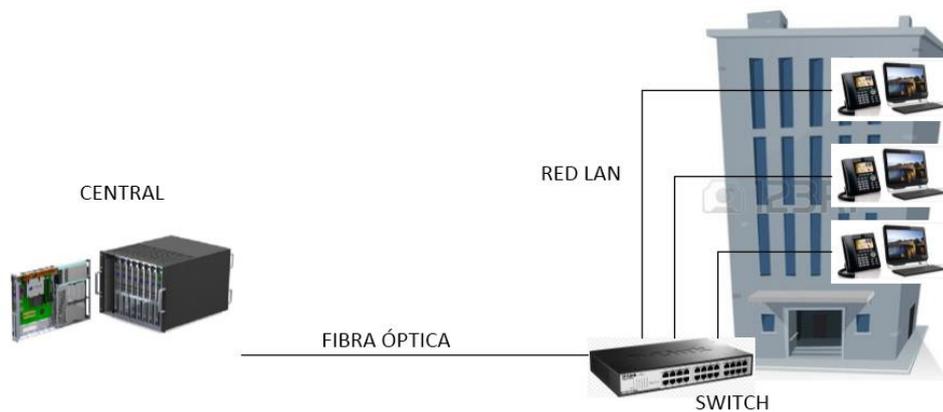


Figura 2.27 FTTB (Fiber to the Build)

Fuente: El Autor

2.14.4 FTTH (Fiber to the Home)

Esta arquitectura, razón de estudio del presente proyecto integrador de carrera, la fibra óptica llega hasta el hogar del abonado, instalándose al interior del domicilio o local comercial de manera independiente, detallado en la figura 2.28.

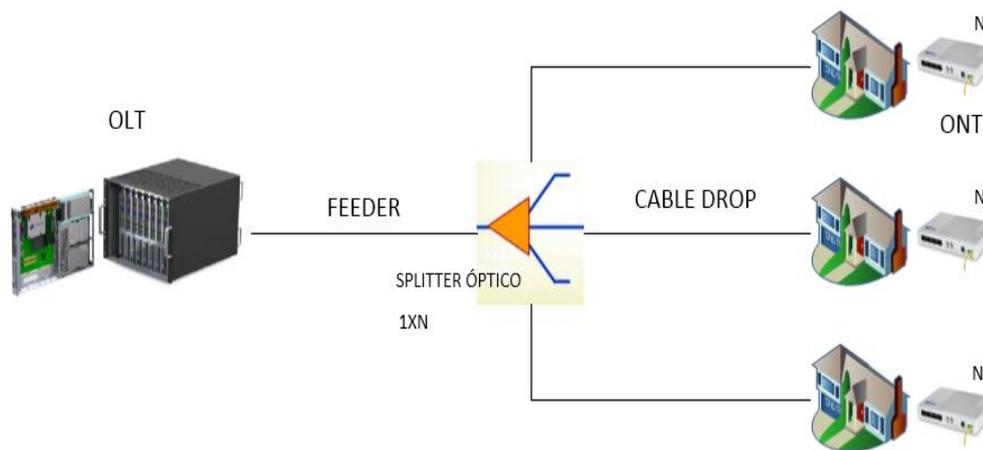


Figura 2.28 FTTH (Fiber to the Home)

Fuente: El Autor

En tabla 2.5, se exponen las diferentes tecnologías de acceso, con sus capacidades de Ancho de Banda y distancias, que permiten atender mediante arquitecturas FTTx.

Tabla 2.5 Tecnologías aplicadas según las arquitecturas FTTx

Transporte			FTTC								FTTH			
			ADSL				VDSL				PON			
			BASIC	+	2	2+	BASIC		2		BPON	GPON	EPON	
Ancho de Banda (Mb/s)	MAX	BAJADA	3	8	15	20	13	26	52	30	100	155.52 622.08 1244.16	1244.16 2488.16	1000 nominal
		COMPARTIDO	1x16											
	1x32													
Distancia Máxima (km)			3	3	6 Limite SDTV	1.5 Limite HDTV	Sin Limite de Ancho de Banda, pero con Distancia Máxima				20		10 20 ²	

PON: Passive Optical Network
 EPON: Ethernet - basado en PON
 BPON: Gigabit - Capable PON

FTTH: Fiber to the Home
 FTTC: Fiber to the curb
 VDSL: Very - High Speed Digital Subscriber Line
 ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line

Fuente: EXFO Electro-Optical Engineer Inc. 2005, Canadá 160.

2.15 Diseño de una ODN (Network Distribution Optical)

2.15.1 Generalidades de la ODN

De acuerdo a la Normativa vigente de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones se describe a la ODN como “todo el conjunto de elementos pasivos que interconectan un abonado con otro, a través de una central local, comenzando desde el hogar, recorriendo la red de dispersión, la red de distribución y la red Feeder (troncal), instaladas en forma aérea o subterránea. Se debe garantizar un presupuesto óptico de máximo 25 dB, desde el equipo activo OLT hasta la ONT instalada en el cliente”.

2.15.2 Arquitectura de red GPON

La ODN (red de distribución óptica), está formada por un cable Feeder (Red Troncal), que conecta la ODF con la entrada principal de splitter primario 1xn ó 2xn; y dependiendo de su atenuación, a través de cables de distribución, se conectan las salidas de los splitters secundarios del tipo 1xn a los equipos terminales (ONT), a través de una caja de distribución y cables tipo Drop o de acometida, como se indica en la figura 2.29.

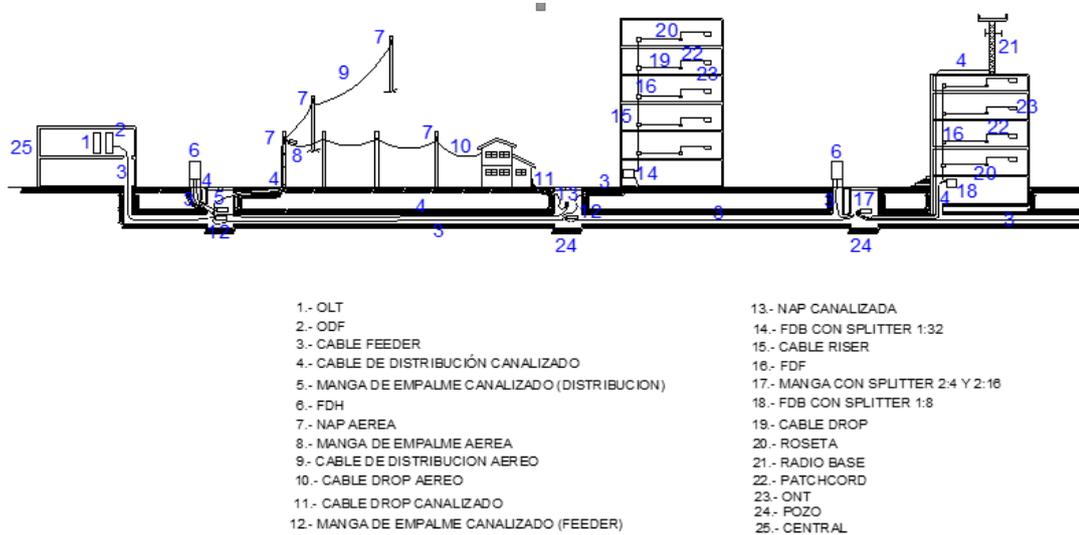


Figura 2.29 Elementos de la ODN

Fuente: Normativa de Diseño de Planta Externa de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP.

2.15.2.1 Distribuidor o repartidor general (ODF Planta Externa).

Punto donde llegan los hilos de fibra óptica, permite conectar la planta externa con los equipos de acceso (OLT), se presenta en la figura 2.30.



Figura 2.30 Rack de ODF's de una de las OLT de la CNT EP

Fuente: Nodo La Carolina, CNT.EP

2.15.2.2 Red Feeder (Red Troncal).

Cable de fibra óptica que interconecta el distribuidor (ODF de Planta Externa) con los FDH (Armarios GPON), mangas porta splitter y FDB (Caja de Distribución Principal), desplegado generalmente a través de la canalización. Elemento representado por el punto 3 detallado en la figura 2.29.

2.15.2.3 Red de Distribución.

Es la red que une el armario de distribución (FDH) o mangas porta splitter, con las cajas de distribución (NAP). Está constituida por splitters, cables de fibra óptica aéreos, murales, subterráneos y empalmes, como se muestra en la figura 2.31.

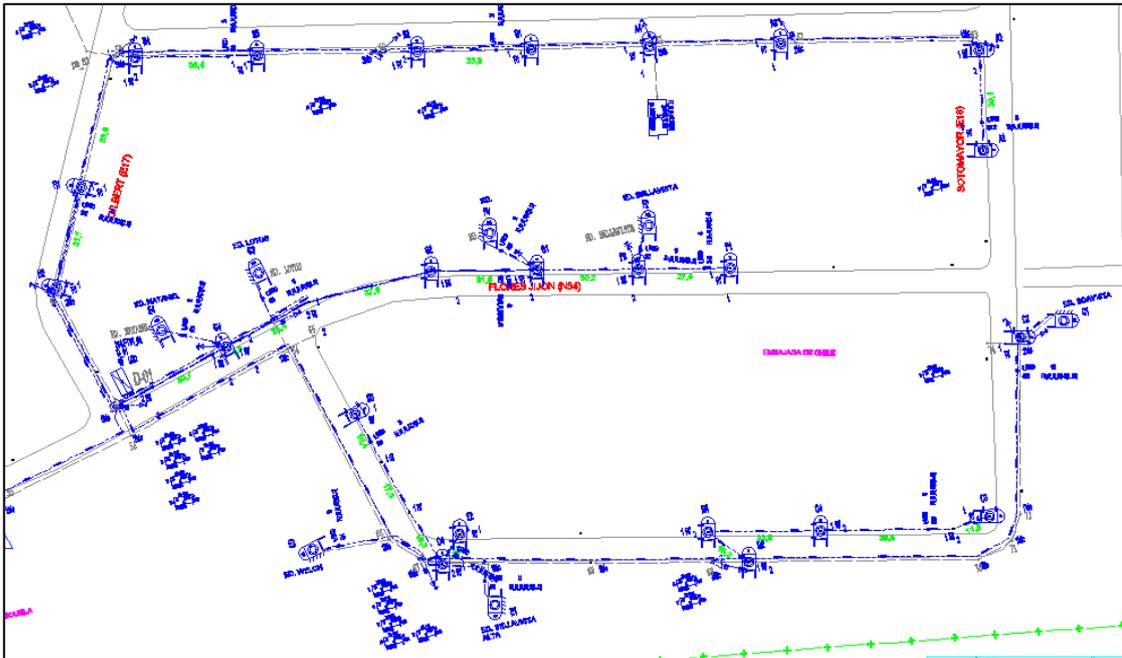


Figura 2.31 Red de Distribución GPON

Fuente: El Autor

2.15.2.4 Distritos

Son las zonas geográficas de cobertura de un FDH o manga porta splitter en las que se divide una ciudad en función de la red.

2.15.2.5 Red de Dispersión.

Son los cables de fibra óptica que van desde la caja de distribución óptica (NAP) hasta la roseta óptica. Esta red puede dividirse en dos tramos definidos por el tipo de cable Drop (exterior e interior), el mismo que se detalla en la figura 2.32.



Figura 2.32 Área de Dispersión de la NAP - C3.

Fuente: El Autor

2.15.2.6 Caja de distribución óptica (NAP).

Punto de conexión entre la red de distribución y las acometidas individuales de cada abonado. Constituyen además puntos de corte para labores de operación y mantenimiento. Se muestra en la figura 2.33.

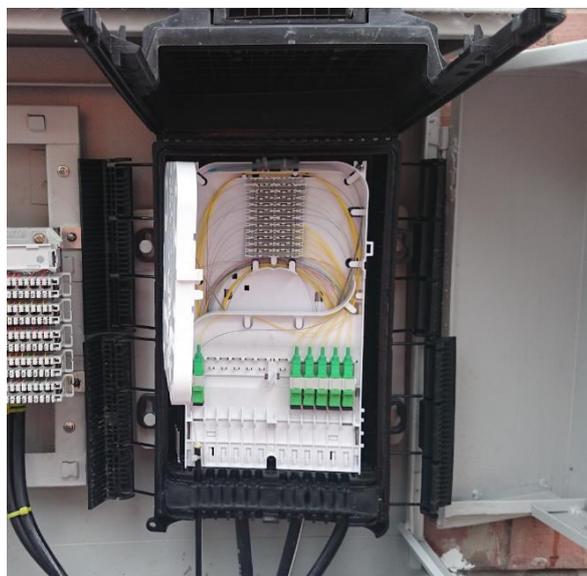


Figura 2.33 Caja de Distribución Óptica NAP

Fuente: Nodo La Carolina, CNT.EP

2.15.2.7 Caja de distribución principal (FDB).

Elemento utilizado al ingreso de edificios o urbanizaciones para interconectar la red Feeder con la red de distribución interna, cumple las mismas funciones que la NAP's. Estos elementos están representados por los ítems 14 y 18, de la figura 2.29.

2.15.2.8 Caja de distribución secundaria (FDF).

Elemento que se utiliza para interconectar la red de distribución con la red de dispersión en edificios, cumpliendo las mismas funciones que las NAP's y FDB, pero en disposición vertical, como es indica en el ítem 16, de la figura 2.29.

2.15.2.8.1 Armario FTTH.

De acuerdo a las necesidades, se diseñará con armarios FDH de 288 y 576 puertos, como en la figura 2.34, abarcando de 9 a 18 splitters modulares, adicional a esto, se considerará la construcción de una base de hormigón, acceso canalizado de 4 vías de 110 mm, un pozo de 80 bloques y sistema de tierra de hasta 5 ohmios.



Figura 2.34 Armario GPON - FDH, instalada con su respectiva base.

Fuente: Armario de Distribución FTTH La Carolina, CNT.EP

2.15.2.8.2 Divisores Ópticos (Splitters).

Divide la señal de entrada en varias ramas de salida con mínimas pérdidas, permitiendo configurar la red de forma flexible. Constan de uno o dos entradas, y varias salidas, siendo así de 2, 4, 8, 16, 32 y 64, como se exhibe en la figura 2.35.



Figura 2.35 Splitter Óptico de 2 entradas - 32 salidas.

Fuente: Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP.

2.15.2.8.3 Roseta óptica.

Punto terminal del cable de acometida que llega al abonado. Instalables sobre pared, en canales o en cajas de piso falso, representado en la figura 2.36.



Figura 2.36 Roseta Óptica

Fuente: Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP.

2.15.2.8.4 ONT (Optical Network Terminal).

Equipo terminal ubicado en el abonado, proveerá la interface entre la red GPON y estándar Ethernet, encapsulando tráfico Ethernet en tramas GEM de acuerdo con el estándar GPON, indicado en la figura 2.37.

Es importante que la ONT cumpla con los estándares ITU-T G.984.3, capaz de procesar 2 Gbps de tráfico descendente y 1.244 Gbps en tráfico ascendente simultáneamente. GPON Data rate: 2.488 Gbps (Downstream) y 1.244 Gbps (Upstream).

Características generales
Compatible con ITU-T G.984.3 y ITU-T G.984.4.
Ópticas Clase B+
Downstream: 2.488 Gbps @ 1490 nm / Upstream: 1.244 Gbps @ 1310 nm
Totalmente interoperables
Método de encapsulación GPON (GEM)
Pila ONT OMCI totalmente funcional
Soporta hasta 8 T-CONTs y 256 Port-IDs
Soporta clasificación, mapeado y filtrado según campos L2/L3/L4, doble etiquetado VLANs, MLD y IGMP multicast.
Simple/doble tabla VLAN; operaciones de insertar/eliminar/cambiar VLAN.
Asignación dinámica de ancho de banda
Seguridad de datos en canales ascendente y descendente (Encriptación AES)
Soporta Forward Error Correction (FEC) en ambos canales
Alimentación mediante adaptador 12V DC



Figura 2.37 ONT y características generales.

Fuente: Huawei Company

2.15.2.9 Mangas de empalme.

Las mangas, como en la que se aprecia en la figura 2.38, son de cierre mecánico, con la facilidad de abrir y cerrar y realizar instalación o mantenimiento varias veces, el sistema de sellado es con gel reticulado o caucho con memoria mecánica, de esta forma se logra un cierre hermético del empalme.

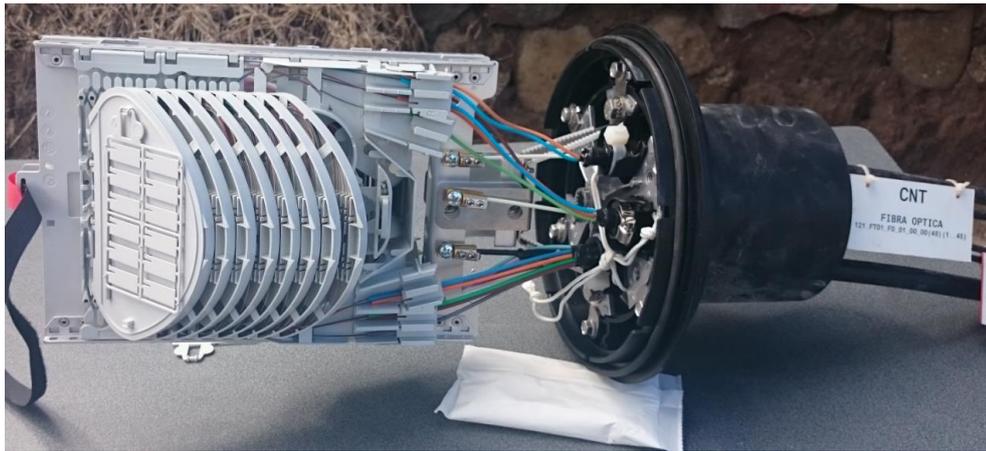


Figura 2.38 Manga de empalme de 96 Fibras Ópticas

Fuente: Manga Troncal FTTH La Carolina, CNT EP.

2.15.2.10 Herrajes.

Son accesorios de acero galvanizado cuya principal función es sujetar el cable de fibra óptica al elemento que lo soporte.

2.15.2.10.1 Herraje terminal o de retención.

También denominado herraje A, se instala en la postería en las siguientes condiciones:

- Al colocar una caja de distribución (NAP).
- En el caso de un empalme aéreo.
- Cuando el tendido del cable de fibra óptica aéreo presente un cambio de trayectoria.
- En las subidas a poste.
- En donde se tengan reservas de cable de fibra óptica.

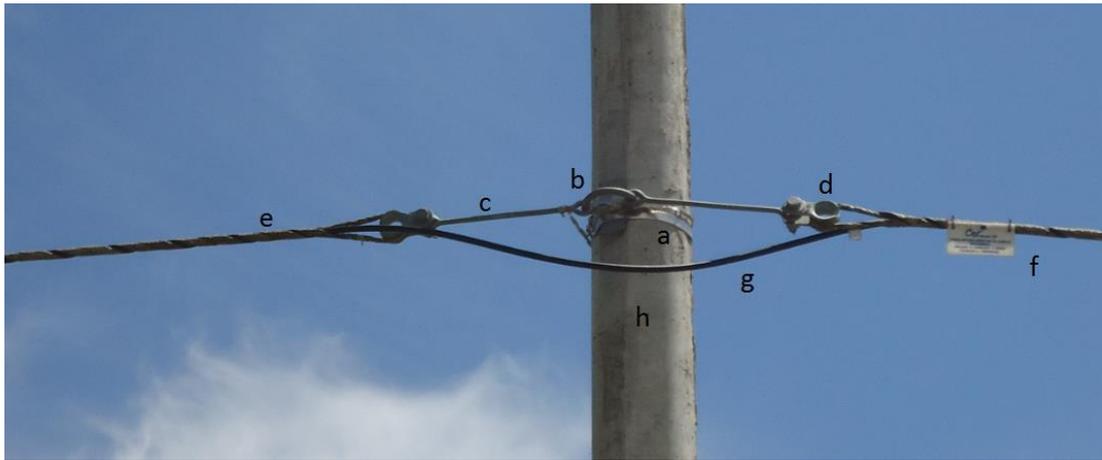


Figura 2.39 Herraje terminal.

Fuente: Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP.

Las partes que conforman un Herraje Terminal o de Retención de la figura 2.39, son los siguientes:

- a. Soporte
- b. Herraje
- c. Brazo
- d. Thimble Clevis
- e. Preformado
- f. Identificador Acrílico
- g. Cable de Fibra Óptica
- h. Poste

La distancia máxima entre dos herrajes tipo A no debe superar el vano máximo del cable de fibra óptica establecido por el fabricante.

2.15.2.10.2 Herraje de suspensión o de paso.

También denominado herraje B, se lo emplea en trayectorias rectas dentro del vano máximo del cable de fibra óptica establecido por el fabricante, como señala la figura 2.40.



Figura 2.40 Herraje de paso

Fuente: Fibra Óptica en el Hogar – FTTH Council Latam

2.15.2.10.3 Herraje tipo brazo farol.

Puede medir desde 0,50 m., hasta 1,50 m., y se lo utiliza para retirar el cable de posibles obstáculos o complicaciones en la ruta de instalación del cable, tal como se aprecia en la figura 2.41. Se suelda un herraje tipo A o B al brazo farol, dependiendo de la dirección del tendido, y de la tensión a ser soportada por el herraje.



Figura 2.41 Herraje tipo brazo farol

Fuente: Normativa de Diseño de Planta Externa CNT EP.

2.15.2.10.4 Preformado para fibra óptica ADSS.

Son utilizados para sostener la fibra óptica tipo ADSS en el herraje tipo A, por intermedio de un guardacabo especial llamado thimble clevis (en vanos superiores a 100 metros). El tipo de preformado dependerá del diámetro exterior del cable de fibra óptica. Elemento representado por el literal e, de la figura 2.39.

2.15.2.10.5 Thimble Clevis.

El Thimble Clevis es un guardacabo mediante el cual se engancha el preformado al brazo extensor del herraje de retención (tipo A) y debe ser utilizado siempre que se supere vanos de 100 metros; señalado en el literal d, de la figura 2.39.

2.15.2.10.6 Porta reservas en galería de cables.

Permite la fijación y organización adecuada de las reservas de cable de fibra óptica (30 metros) proyectada en la central, como se aprecia en la figura 2.42. Usualmente, se proyecta un porta reservas por nodo o central. Debe estar ubicado en un lugar, dentro del nodo óptico, de manera que garantice el buen estado de la fibra óptica.



Figura 2.42 Porta reservas en galería de cables

Fuente: Central La Luz – Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP

2.15.2.10.7 Porta reservas en pozo.

Similar al porta reservas en galería de cables, permite la fijación y organización adecuada de las reservas de cable de fibra óptica proyectada. La reserva de fibra óptica se la forma y sujeta alrededor de la losa del pozo.

2.15.2.11 Subida a poste para fibra óptica.

Está formada por un tubo galvanizado 51 mm de diámetro, canaletas y cono metálico. Brinda protección ante potenciales cortes ocasionados en el trayecto de la subida del cable desde el pozo al poste.

2.15.2.11.1 Sistema de puesta a tierra.

Se instalará un sistema de puesta a tierra en cada armario (FDH), el cual debe cumplir con una resistencia máxima de 5 Ω (ohmios).

3. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

El objetivo es atender la demanda insatisfecha y mejora de los servicios de telecomunicaciones a la localidad de Bellavista, mediante el diseño de una ODN en el sector de Bellavista de la ciudad de Quito, para la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, logrando así captar el mercado desatendido y optimizar los servicios que brinda CNT EP.

Además de esto, se logrará integrar todos los servicios de voz, datos y video de calidad, mediante el empleo de nuevas tecnologías y arquitectura de red GPON, a los habitantes del sector de Bellavista de la ciudad de Quito.

3.1 Flujoograma de Diseño

En la figura 3.1, se detalla el flujoograma de los procedimientos a seguir, en caso de que un determinado sector o cliente requiera los servicios de telecomunicaciones por parte de la CNT EP.

El proceso comienza por la recepción del requerimiento por parte del cliente, la designación de personal a cargo de su atención, realizando la factibilidad técnica de servicio, sea en Cobre o GPON, de acuerdo a los estándares que exige la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, y que se puntualizarán más adelante, como resistencia de bucle, y su posterior proceso de construcción, a partir de la elección de fiscalizador y proyectista de obra, en caso de no disponer de infraestructura, hasta la instalación del servicio.

Es importante que los procesos de factibilidad y modo de servicio, siempre sean coordinados con las Áreas Comerciales e Ingeniería, para tomar la mejor decisión en cuanto a coste / beneficio para la empresa.

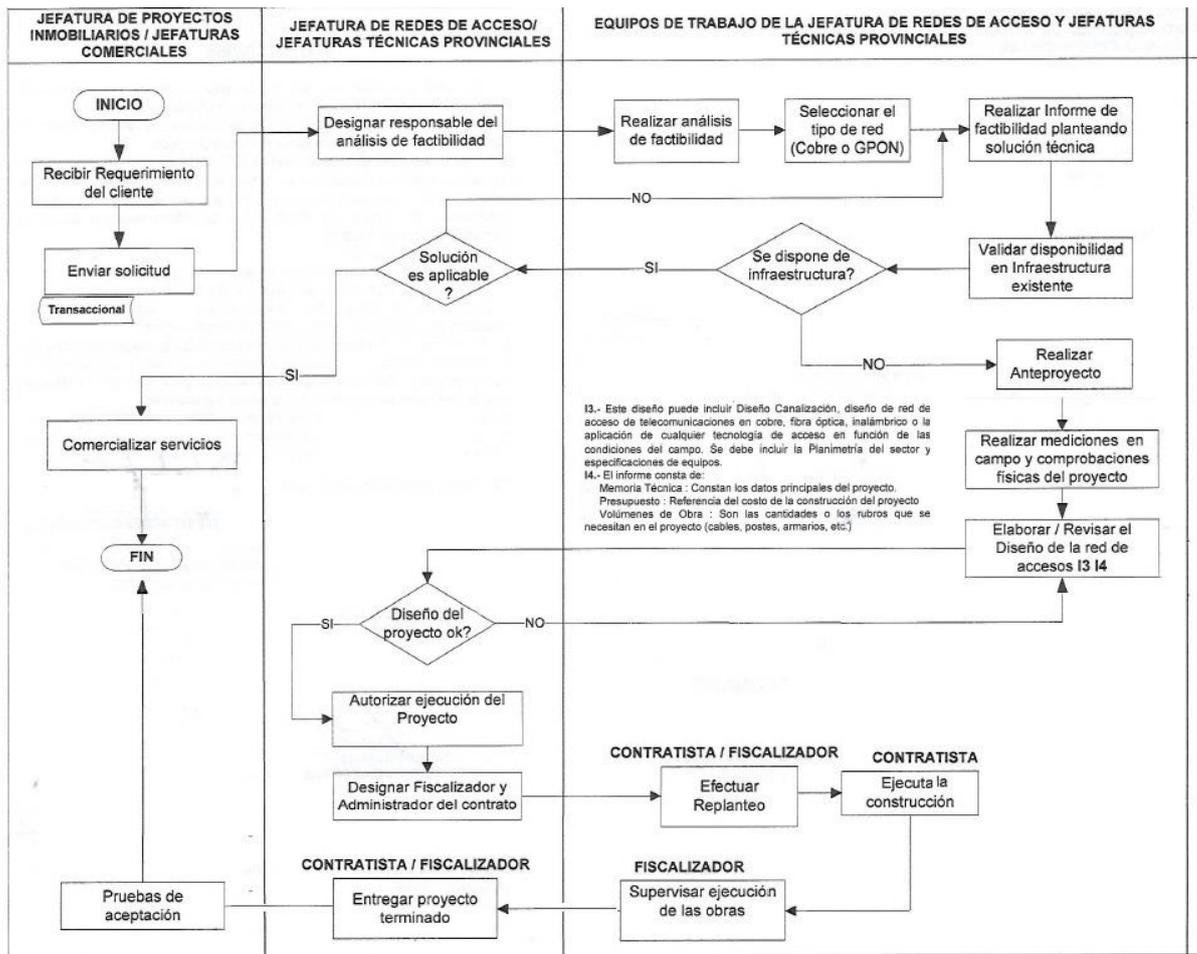


Figura 3.1 Flujoograma de actividades para Diseño y Construcción de una Red de Planta Externa.

Fuente: El Autor

3.2 Antecedentes

El área de cobertura a atender, se encuentra ubicado en el polígono delimitado de acuerdo al siguiente detalle:

NORTE: Calle Manuel Borrero

SUR: Inmediaciones antigua Avenida Interoceánica.

ESTE: Parque Metropolitano de Quito

OESTE: Calle José Carbo

La tabla 3.1, presenta un cuadro resumen de los valores de metraje y resistencia, conseguidos en los Distritos de Cobre, y que están dentro del área de cobertura a cubrir.

Tabla 3.1 Información de Distancia y Resistencia de Bucle entre las Centrales y los Distritos construidos con Infraestructura de cobre.

Distrito	Distancia Central - Distrito [m]		Resistencia de Bucle [ohmios]	
	Iñaquito	Carolina	Iñaquito	Carolina
D-219	3831.0	1422.9	1277.0	474.3
D-5701	3607.0	1198.9	1202.3	399.63
D-5702	3797.0	1389.6	1265.7	463.21

Fuente: Autor

Esta información se obtiene de acuerdo a las mediciones realizadas en campo, y que se exteriorizan en la figura 3.2



Figura 3.2 Revisión previa y toma de medidas en el Armario

Fuente: El Autor

Cuando la Resistencia de Bucle es mayor a los 1200 ohmios, como la indicada en la figura 3.3, representa una dificultad para la CNT EP poder ofrecer altas capacidades de Ancho de Banda, por lo tanto, es importante la incorporación de nuevas tecnologías, de acuerdo al planteamiento del presente proyecto.



Figura 3.3 Valores de Resistencia arrojados por el multímetro

Fuente: El Autor

La condición de Heaviside establece que, si la resistencia de bucle es muy grande, el incremento de atenuación puede impedir que se logre una transmisión medianamente fiable sobre la línea para soportar tecnología xDSL, como se muestra en la tabla 3.2.

Tabla 3.2 Ancho de Banda permitido en función del Bucle

Distrito	Ancho de Banda Permitido [Mbps]	
	Iñaquito	Carolina
D-219	1.41	3.80
D-5701	1.50	4.50
D-5702	1.42	3.89

Fuente: El Autor

De los valores tomados, se concluye que no es factible brindar al sector servicios de internet con un ancho de banda superior a 2 Mbps. La solución que se ingenia, a través del presente proyecto integrador, es el diseño y posterior implementación de una Red GPON.

3.3 Características Constructivas

Considerando la ubicación del sector, y en base a la información suministrada en planos, se procede realizar el diseño bajo las siguientes consideraciones técnicas.

- Utilizar toda la infraestructura existente, es decir, canalización, pozos y postes.
- El sector será atendido con la ruta Feeder FT02 – OLT La Carolina, existente.
- Se aplicará la Arquitectura FTTH – Masivos/Casas.
- Para cables de distribución se consideran cables de 12 a 96 hilos subterráneos o aéreos de acuerdo a las necesidades.
- Se consideran áreas de dispersión en el mayor de los casos de 12 clientes.
- Se consideran NAP's de 12 puertos.
- Para edificios, se consideran FDB de 24 o 48 puertos.

Se mantendrá el concepto de sangrado de fibra tanto en la Red Feeder, como en la Red de Distribución, para alimentar FDH/FDB y NAP's. Es decir, solo se fusionará los hilos correspondientes a los elementos pasivos, los restantes hilos de fibra no deberán ser afectados.

3.4 Modelo FTTH a implementarse en el sector de Bellavista de la ciudad de Quito, para la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP.

Modelo masivos/casas con armario (FDH), figura 3.4.

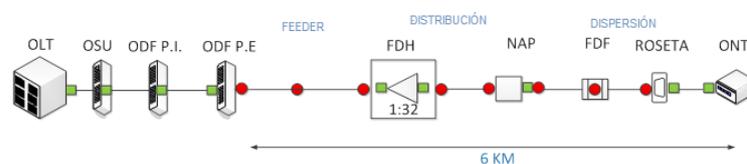


Figura 3.4 Modelo FTTH para servicios masivos a través de un Armario (FDH).

Fuente: Normativa de Diseño de Planta Externa de la CNT EP.

3.5 Procedimiento de diseño Georeferenciado para redes FTTH

Para realizar un diseño de una red de acceso FTTH con tecnología GPON, se debe seguir la siguiente secuencia:

- Definir, conjuntamente con el área comercial, la ubicación de la demanda georeferenciada para este tipo de red de acceso.
- Recopilación de planimetría georeferenciada del área donde se va a desarrollar el diseño.
- Coordinación con los gobiernos autónomos descentralizados en relación a las ordenanzas locales sobre el uso del espacio público aéreo y el soterramiento de cables.
- Coordinación con empresas eléctricas zonales para el uso de la infraestructura existente y el conocimiento de los proyectos que involucren la zona de diseño.
- Establecimiento o verificación de la ubicación de la OLT.
- Censo y levantamiento de información georeferencial.
- Diseño de la red de dispersión Drop.
- Diseño de la red de distribución.
- Diseño de la red Feeder en caso que se requiera.
- Diseño de obra civil, canalización y pozos en caso que se requiera..
- Planos de obra georeferenciados.
- Memoria técnica y volúmenes de obra

3.6 Equipos, implementos y herramientas para realizar el levantamiento de información georeferenciada.

Los equipos, implementos y herramientas necesarias para realizar el levantamiento georeferenciado de los elementos de la red existentes son los siguientes:

- Receptor GPS portátil, que cuente con software para descarga de información tomada en campo.
- Tablero, plano o bosquejo impreso del sitio de trabajo.
- Flexómetro u odómetro para medir reposiciones en el diseño.
- Llaves de armario.

- Herramienta para abrir tapas de pozos y escalerilla.
- Equipo de protección personal (EPP).
- Elementos de señalización de seguridad.
- Personal para hacer el levantamiento de canalización y verificación de ductos libres.
- Vehículo.
- Cámara fotográfica.

3.6.1 Censo.

Esta actividad consiste en visitar el sitio donde se ubica la demanda. Mediante el censo se debe ubicar sobre la lotización las unidades de demanda existente y proyectada, por cada unidad habitacional o comercial, tal como se muestra en la figura 3.5.

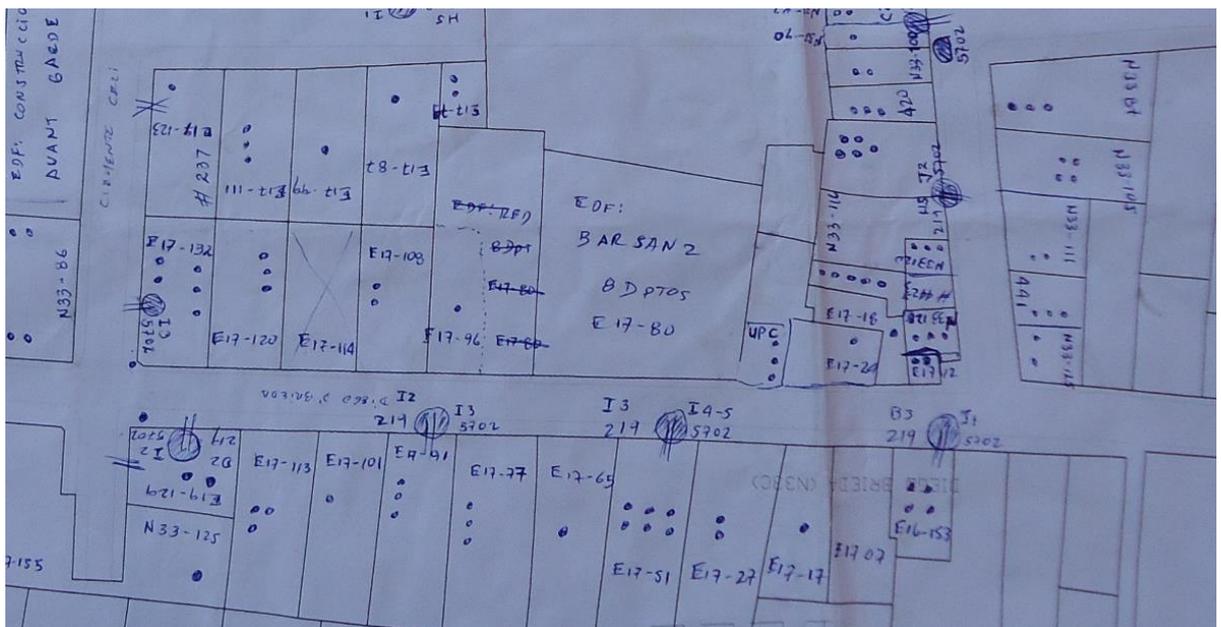


Figura 3.5 Censo de demanda

Fuente: El Autor

Durante el censo se debe actualizar la planimetría, ubicando predios y lugares relevantes. Las unidades de demanda representan el requerimiento de cada unidad habitacional o comercial, sin considerar el ingreso per cápita.

3.6.2 Levantamiento georeferencial de elementos de red existentes.

Para usar el GPS durante la recepción de satélites, es necesario sostener el receptor correctamente. El receptor tendrá una mejor visión del firmamento si lo sostiene con un ángulo de 45 grados con la horizontal, y no demasiado cerca de su cuerpo. Se debe procurar que no existan obstáculos entre el firmamento y el receptor. Para obtener información más detallada sobre el uso del GPS y descarga de puntos georeferenciados.

Para levantar la información georeferencial de un poste se debe ubicar junto al poste con una separación máxima de 10 cm, entre el GPS y el poste para marcar la ubicación.

Para levantar la información georeferencial de un pozo se debe ubicar sobre la tapa del pozo y marcar la ubicación, después se realizará el levantamiento de canalización para definir las distintas rutas que tomará el cable, como se aprecia en la figura 3.6.



Figura 3.6 Censo y Levantamiento de Información Georeferenciada

Fuente: El Autor

3.7 Diseño de la red de dispersión

Se define como el área de influencia de una caja de distribución óptica (NAP). Está formada por los cables de acometida (cable Drop – dos hilos tipo ADSS o canalizado) que van desde la NAP, llegan a una roseta óptica y se conectan a la ONT.

Para definir el área de influencia de una NAP, generalmente se considerará una ocupación del 80% y un 20% para ampliación de la capacidad total de las NAP normalizadas u homologadas por la CNT EP.

La red de dispersión no deberá sobrepasar los 300 metros de distancia, esto debido a que actualmente el cable Drop se lo adquiere en bobinas de 500 metros.

Ingresado el censo, y los elementos de planta externa en la planimetría, se delimitarán las áreas de dispersión definidas por NAP, y ubicar este elemento en poste, pared o pozo, como se aprecia en la figura 3.11. Una vez que se han estructurado las áreas de dispersión, se las agrupa en distritos GPON.



Figura 3.7 Estudio de Áreas de Dispersión – Bellavista

Fuente: El Autor

Por ejemplo: si un distrito contiene 24 áreas de dispersión y cada caja tiene una capacidad de 12 puertos, entonces la capacidad del distrito será de 288 puertos. En el caso de armarios de 576 puertos, se tendrán 48 áreas de dispersión y 48 cajas de distribución óptica (NAP) de 12 puertos. En la imagen anterior, se muestra el

3.8.1 Mangas de fibra óptica.

Se emplean para la derivación de cables, determinándose dos tipos de mangas de fibra óptica: canalizados y aéreos.

La proyección de una manga de distribución aérea o canalizada tiene un máximo de seis derivaciones, incluyendo el cable que ingresa. Aunque dentro de lo posible es preferible evitar el uso de éstas, al ser punto de falla, se debe procurar sangrar la fibra óptica para que únicamente, al momento de empalmar se intervengan los hilos correspondientes a la NAP, de manera que los otros hilos continúen su trayecto sin ser afectados.

3.8.2 Identificación de la red de distribución.

Se realizará en series de 48 hilos asignados con una letra del alfabeto, este grupo a su vez se subdivide en 4 grupos de 12 hilos. Cada grupo de 12 hilos adopta un código alfanumérico, así; C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3, D4, etc.

La identificación de las cajas será desde la periferia del distrito hacia el FDH, en forma ascendente, es decir, la primera NAP de 12 hilos del grupo será la más lejana y corresponderá a la número 1 y se armará con el primer buffer de la fibra que le alimenta.

3.8.3 Consideraciones finales para la red de distribución.

- Para calcular la cantidad de cable de fibra óptica que se requiere, la longitud de cable correspondiente a la altura de una subida a poste o muro se estipulará en 8 metros, esto más la distancia al centro de pozo.
- La longitud del cable de fibra óptica necesario para realizar el sangrado en una NAP generalmente es de 6,5 metros. Para NAP terminales se debe considerar una longitud de 3,5 metros.
- No se colocaran NAP en postes donde exista transformador, protección o seccionamiento de energía eléctrica, esto con la finalidad de salvaguardar la integridad del técnico que realice la instalación de la red.
- Se considerarán reservas para realizar empalmes aéreos o canalizados de 15 metros por punta del cable de derivación y 30 metros del cable a

sangrar, y 30 metros de cable en tramos de 500 metros, siempre y cuando no existan elementos pasivos en el tramo.

- Se debe procurar que los cables de distribución sean de gran capacidad y con dos mangas terminales, para flexibilizar la red.
- Los límites de distrito o urbanización formarán un perímetro cerrado, identificando los distritos o urbanizaciones colindantes.

3.9 Calculo de Atenuación o Presupuesto Óptico.

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, cuenta con un formato/plantilla, para calcular los valores de pérdidas que se puedan generar en los diseños que se realicen, los mismos que son detallados en la tabla 3.3.

Tabla 3.3 Calculo de Presupuesto Óptico.

PLANTILLA PARA PRESUPUESTO ÓPTICO CNT E.P.				
Elementos de la red de Red de Fibra Óptica	Cantidad	Pérdida típica del elemento (dB)	Pérdida Total	
Conectores (mated) ITU671=0.5dB	9	0.50	4.50	
Empalmes de fusión ITU751=0.1db promedio	8	0.10	0.80	
Empalmes mecánicos ITU 751=0.1dB promedio		0.10	0.00	
Splitters	1x2	3.50	0.00	
	1x4	7.00	0.00	
	1x8	10.50	0.00	
	2x4	7.90	0.00	
	1x16	14.00	0.00	
	2x16	14.80	0.00	
	1x32	1	17.50	17.50
	2x32		18.50	0.00
Longitud de Fibra (km)/ longitudes de onda	1310nm	6	0.35	
	1490nm		0.30	
	1550nm		0.25	
TOTAL (dB)			24.90	

Fuente: Normativa de Diseño de Planta Externa de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP.

Para realizar el cálculo de atenuación o presupuesto óptico, se tomarán en cuenta el peor caso registrado en el esquema de diseño de red de distribución, es decir, la NAP del distrito más lejano de la red considerando lo siguiente:

- Atenuación Splitter 1X32: 17,1dB
- Pérdida máxima por conector y fusión: 0,5 dB
- Atenuación máxima en cable de fibra G.652: 0.31 dB/Km @ 1550nm
- Potencia retrodifusa recibida en conector máxima: -50 dBm
- Se diseña para un presupuesto óptico máximo de 25 dB.

3.10 Volúmenes de Obra

Corresponden a la cantidad de mano de obra y material, necesarios para valorar un diseño de ODN, muy bien especificado y cuantificado con su correcta unidad y precio unitario.

La Memoria Técnica contendrá un resumen de toda la información referente al proyecto, OLT, croquis del diseño, capacidad de red en función de los distritos, valores por concepto de Canalización, Feeder y Red de Distribución. Se presenta en la tabla 3.4.

La tabla 3.5, corresponde a los materiales que requiere la red troncal, desde la OLT hasta las mangas que alimentan las FDH / FDB.

Por último, la tabla 3.7, se presenta la red de distribución, dividida por cada Distrito creado, y corresponde a los materiales que se requieren, desde la FDH hasta las NAPs, que servirán para dispersar a cada abonado.

De acuerdo al diseño realizado, la valoración para la construcción de su infraestructura, requerirá un presupuesto de 291,200.87 USD (Doscientos noventa y un mil doscientos, con 87/100) dólares de los Estados Unidos de América.

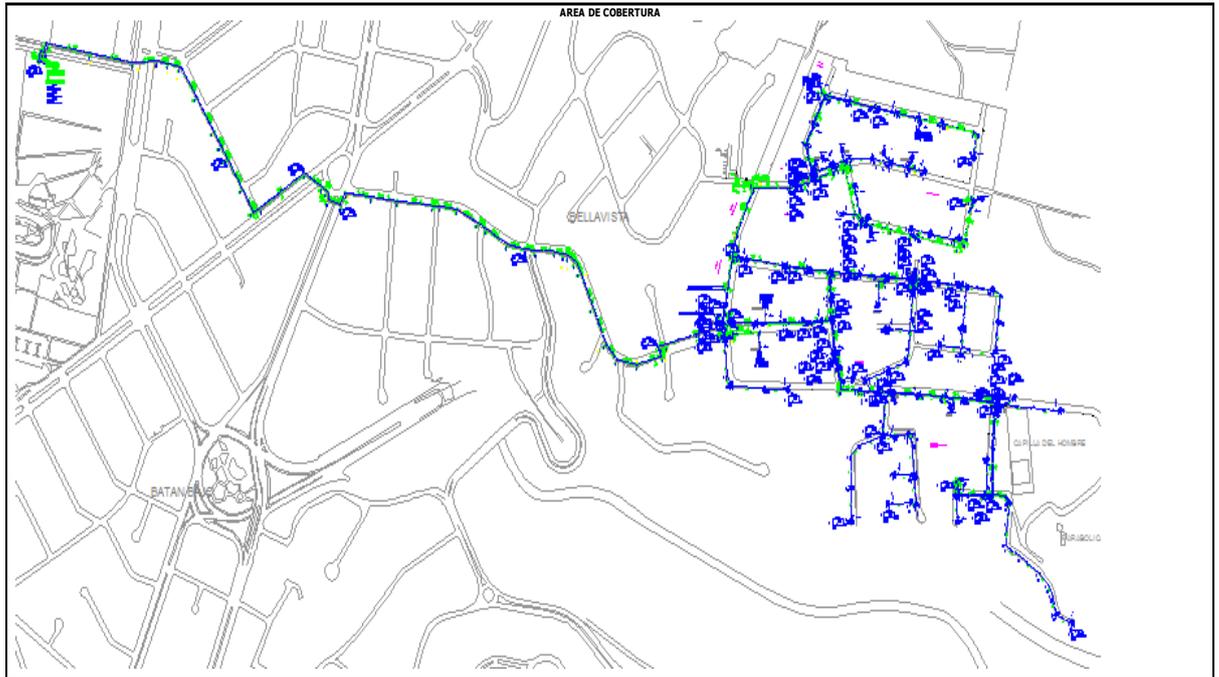
Tabla 3.4 Memoria Técnica Descriptiva del Diseño

MEMORIA TÉCNICA



Central/AMG: OLT - LA CAROLINA (264)
 Ruta: 1
 Capacidad red feeder: FEEDER 01 288 HILOS
 Canalización: km-vía
 Zona:

Numero de Pozos: 0.00
 Número Armarios: 0.00
 Número de Subidas de Fibra Óptica: 0.00
 Capacidad hilos distribución : 0.00
 Fibra Óptica Feeder Km/Cable: 0.00
 Fibra Óptica Distribucion Km/Cable: 0.00



DISTRITO	CAPACIDAD FEEDER / DISTRIBUCION			
	CAPACIDAD	BUFFER FEEDER	HILOS SPLITTERS	CAPACIDAD PROYECTO
264.FT01_01	18/576	FT_01_00_00(288)(1..24)	1..18	18/360
264.FT01_02	18/576	FT_01_00_00(288)(25..48)	25..42	18/288
264.FT01_03	9/288	FT_01_00_00(288)(49..60)	49..57	9/252
264.FT01_04	9/288	FT_01_00_00(288)(61..72)	61..69	9/168
264.FT01_05	9/288	FT_01_00_00(288)(73..84)	73..81	9/192
264.FT01_06	9/288	FT_01_00_00(288)(85..96)	85..93	9/0
264.FT01_FDB01_ED BARI	1/32	FT_01_00_00(288)(97)	97	1/0
264.FT01_FDB02_ED QUITENO LIBRE	1/32	FT_01_00_00(288)(98)	98	1/0
264.FT01_FDB03_EDF. ECUAVISA	1/32	FT_01_00_00(288)(109)	109	1/0
264.FT01_FDB04_CJTO HAB MARSELLA 2	1/32	FT_01_00_00(288)(110)	110	1/0
TOTAL	76/2308		76	67/1260

PRESUPUESTO REFERENCIAL DE CONSTRUCCION.

Red feeder.....USD: 146,043.27
 Red distribución.....USD: 130,369.18
 Canalización.....USD: 14,788.42
TOTAL.....USD: 291,200.87

PROYECTISTA.....: Tlgo. Alfredo Rodríguez P. / Tlgo. Víctor Morales T.

Fuente: El Autor

Tabla 3.5 Lista de Materiales - Red Feeder

VOLUMENES DE OBRA RED FEEDER									
 CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES									
CENTRAL: OLT - LA CAROLINA (264)									
FEEDER: FT01									
ZONA: 1									
ITEM	UNIDAD DE PLANTA	U	RUTA 01	CANTIDAD	PRECIO				
					UNITARIO	TOTAL			
RA190	TIERRA ARMARIO	U	6,00	6,00	\$ 160,08	\$ 960,48			
FO257	FUSIÓN DE 1 HILO DE FIBRA ÓPTICA	U	448,00	448,00	\$ 8,32	\$ 3,727,36			
FO23	INSTALACIÓN DE PORTA RESERVAS DE FIBRA EN GALERÍA DE CABLES	U		0,00	\$ 14,12	\$ -			
FO24	INSTALACIÓN DE PORTA RESERVAS FIBRA ÓPTICA POZO	U		0,00	\$ 22,87	\$ -			
FO312	INSTALACIÓN Y SUMINISTRO DE MANGUERA CORRUGADA DE 1"	M		0,00	\$ 2,45	\$ -			
FO256	PREPARACIÓN DE PUNTA DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA Y SUJECIÓN DE CABLES DE 144 A 288 HILOS	U		0,00	\$ 9,72	\$ -			
FO255	PREPARACIÓN DE PUNTA DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA Y SUJECIÓN DE CABLES DE 6 - 96 HILOS	U		0,00	\$ 7,06	\$ -			
FO266	PRUEBA REFLECTOMÉTRICA UNI DIRECCIONAL POR FIBRA EN UNA VENTANA GPON + TRAZA REFLECTOMÉTRICA	HILO		0,00	\$ 7,95	\$ -			
FO264	SANGRADO DE CABLE FIBRA ÓPTICA SUBTERRANEO DE 144-288	U	4,00	4,00	\$ 17,12	\$ 68,48			
FO262	SANGRADO DE CABLE FIBRA ÓPTICA SUBTERRANEO DE 6-48	U	1,00	1,00	\$ 12,14	\$ 12,14			
FO225	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN ARMARIO FTTH DE 288 PUERTOS	U	4,00	4,00	\$ 9,821,29	\$ 39,285,16			
FO223	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN ARMARIO FTTH DE 576 PUERTOS	U	2,00	2,00	\$ 21,533,72	\$ 43,067,44			
FO178	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL EN EDIFICIO 24 PUERTOS SC/APC	U	3,00	3,00	\$ 972,43	\$ 2,917,29			
FO179	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL EN EDIFICIO 48 PUERTOS SC/APC	U	1,00	1,00	\$ 1,274,15	\$ 1,274,15			
FO4	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE IDENTIFICADOR ACRÍLICO DE FIBRA ÓPTICA 8 cm X 4 cm	U		0,00	\$ 4,93	\$ -			
FO209	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRANEA PARA FUSIÓN DE 12 FO, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U		0,00	\$ 235,64	\$ -			
FO195	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRANEA PORTA SPLITTER DE 24, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	1,00	1,00	\$ 313,13	\$ 313,13			
FO190	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRANEA PORTA SPLITTER DE 288, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	4,00	4,00	\$ 545,94	\$ 2,183,76			
FO194	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRANEA PORTA SPLITTER DE 48, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	1,00	1,00	\$ 334,96	\$ 334,96			
FO158	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 96 HILOS (INCLUYE PIG TAILS SC/APC G 652.D)	U		0,00	\$ 869,97	\$ -			
FO215	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER PLC (1X32) CONECTORIZADO	U	4,00	4,00	\$ 747,45	\$ 2,989,80			
FO222	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER MODULAR (1X32) CONECTORIZADO EN ARMARIO	U	6,00	4,00	\$ 1,047,63	\$ 4,548,09			
FO94	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 12 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652.D	m	1164,80	1164,80	\$ 2,36	\$ 2,748,93			
FO128	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 288 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652.D	m		0,00	\$ 10,70	\$ -			
FO100	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 48 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652.D	m	330,00	330,00	\$ 3,37	\$ 1,112,10			
TOTAL						\$ 146,043,27			

Fuente: El Autor

Tabla 3.6 Lista de Materiales - Red de Distribución

VOLUMENES DE OBRA RED DE DISTRIBUCIÓN										
 CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES										
CENTRAL: OLT - LA CAROLINA (264)										
FEEDER: FT01										
ZONA: 1										
ITEM	UNIDAD DE PLANTA	U	D01	D02	D03	D04	D05	CANTIDAD	PRECIO	
									UNITARIO	TOTAL
RA147	HERRAJE DE DISPERSIÓN PARA POSTE	U	29,00	22,00	24,00	19,00	22,00	116,00	\$ 4,54	\$ 526,64
RA199	POSTE DE HERRAJÓN 10 MTS	U		1,00	1,00	1,00	5,00	5,00	\$ 298,52	\$ 2,286,16
FO257	FUSIÓN DE 1 HILO DE FIBRA ÓPTICA	U	552,00	432,00	324,00	204,00	252,00	1794,00	\$ 8,32	\$ 14,676,48
FO258	FUSIÓN DE HILO DE FIBRA ÓPTICA CON PIGTAIL	U	360,00	288,00	252,00	168,00	192,00	1260,00	\$ 14,59	\$ 18,383,40
FO24	INSTALACIÓN DE PORTA RESERVAS FIBRA ÓPTICA POZO	U	16,00	17,00	5,00	3,00	7,00	48,00	\$ 22,87	\$ 1,097,76
FO312	INSTALACIÓN Y SUMINISTRO DE MANGUERA CORRUGADA DE 1"	M	148,00	128,00	32,00	12,00	68,00	388,00	\$ 2,45	\$ 950,60
FO263	PREFORMADO HELICOIDAL PARA VANO DE 120M PARA FIBRA ADSS 12,30-12,9mm	U	28,00	27,00	27,00	15,00	18,00	115,00	\$ 20,58	\$ 2,366,70
FO254	PREFORMADO HELICOIDAL PARA VANO DE 120M PARA FIBRA ADSS 13,00-13,70mm	U	20,00	3,00	12,00	20,00	15,00	70,00	\$ 21,00	\$ 1,470,00
FO256	PREPARACIÓN DE PUNTA DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA Y SUJECIÓN DE CABLES DE 144 A 288 HILOS	U	7,00	6,00	4,00	4,00	4,00	25,00	\$ 9,72	\$ 243,00
FO255	PREPARACIÓN DE PUNTA DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA Y SUJECIÓN DE CABLES DE 6 - 96 HILOS	U	28,00	19,00	14,00	9,00	10,00	80,00	\$ 7,06	\$ 564,80
FO267	PRUEBA DE POTENCIA DE 1 HILO DE FIBRA ÓPTICA GPON	HILO	360,00	288,00	252,00	168,00	192,00	1260,00	\$ 7,69	\$ 9,689,40
FO266	PRUEBA REFLECTOMÉTRICA UNI DIRECCIONAL POR FIBRA EN UNA VENTANA GPON + TRAZA REFLECTOMÉTRICA	HILO	180,00	144,00	126,00	84,00	86,00	630,00	\$ 7,95	\$ 5,008,50
FO260	SANGRADO DE CABLE FIBRA ÓPTICA ADSS DE 6 - 48	U	11,00	0,00	3,00	6,00	8,00	38,00	\$ 9,13	\$ 346,94
FO261	SANGRADO DE CABLE FIBRA ÓPTICA ADSS DE 72-96	U	5,00	6,00	9,00	6,00	3,00	29,00	\$ 11,87	\$ 344,23
FO264	SANGRADO DE CABLE FIBRA ÓPTICA SUBTERRANEO DE 144-288	U	3,00					3,00	\$ 17,12	\$ 51,36
FO244	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJE DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS 1 EXTENSION (VANO 120M)	U	12,00		6,00	5,00	7,00	30,00	\$ 9,53	\$ 285,90
FO248	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJE DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS 2 EXTENSIONES (VANO 120M)	U		8,00	10,00	10,00	12,00	40,00	\$ 10,71	\$ 428,40
FO251	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJE DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS 3 EXTENSIONES (VANO 120M)	U			3,00	2,00	1,00	6,00	\$ 11,89	\$ 71,34
FO246	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJES DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS 1 EXTENSION - 2 EXTENSIONES (VANO 120M)	U	1,00					1,00	\$ 14,13	\$ 14,13
FO247	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJES DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS 1 EXTENSION - 3 EXTENSIONES (VANO 120M)	U				3,00		3,00	\$ 15,31	\$ 45,93
FO249	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJES DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS 2 EXTENSIONES - 2 EXTENSIONES (VANO 120M)	U	3,00	1,00	2,00	2,00	2,00	8,00	\$ 15,31	\$ 122,48
FO314	HERRAJE TIPO 9 (CONICO) PARA CABLE DE FIBRA ÓPTICA ADSS	U	2,00	1,00	3,00	2,00	2,00	10,00	\$ 14,40	\$ 144,00
FO151	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN AEREA DE 12 PUERTOS SC/APC	U	23,00	21,00	20,00	13,00	14,00	91,00	\$ 283,41	\$ 25,790,31
FO155	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN MURAL DE 12 PUERTOS SC/APC	U	7,00		1,00	1,00	2,00	11,00	\$ 146,60	\$ 1,612,60
FO4	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE IDENTIFICADOR ACRÍLICO DE FIBRA ÓPTICA 8 cm X 4 cm	U	44,00	64,00	15,00	6,00	34,00	194,00	\$ 4,93	\$ 956,42
FO5	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE IDENTIFICADOR ACRÍLICO DE FIBRA ÓPTICA 12,5 cm X 6 cm	U	58,00	44,00	48,00	38,00	44,00	232,00	\$ 5,90	\$ 1,368,80
FO188	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA AEREA PORTA SPLITTER DE 24, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U				1,00		1,00	\$ 313,45	\$ 313,45
FO187	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA AEREA PORTA SPLITTER DE 48, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U			1,00			1,00	\$ 335,28	\$ 335,28
FO191	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRANEA PORTA SPLITTER DE 144, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	2,00					2,00	\$ 494,25	\$ 988,50
FO190	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRANEA PORTA SPLITTER DE 288, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	6,00	\$ 545,94	\$ 3,275,64
FO194	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRANEA PORTA SPLITTER DE 48, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	2,00					2,00	\$ 334,96	\$ 669,92
FO192	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRANEA PORTA SPLITTER DE 96, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	2,00	4,00	1,00			7,00	\$ 483,50	\$ 3,385,00
FO273	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SUBIDA A POSTE PARA FIBRA ÓPTICA CON TUBO EMT DE 3 M DE 2"	U	12,00	11,00	3,00	1,00	1,00	34,00	\$ 53,89	\$ 1,832,26
FO271	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SUBIDA MURAL PARA FIBRA ÓPTICA	U	3,00	2,00		1,00		6,00	\$ 51,64	\$ 309,84
FO58	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AEREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 12 HILOS G.652.D VANO 80 METROS	m	199,30	103,90		164,50		467,70	\$ 1,88	\$ 879,28
FO66	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AEREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 24 HILOS G.652.D VANO 80 METROS	m	328,50	141,20	218,30		409,00	1097,00	\$ 2,58	\$ 2,830,26
FO74	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AEREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 48 HILOS G.652.D VANO 80 METROS	m	560,80	598,10	329,50	365,20	95,80	1949,40	\$ 3,84	\$ 7,485,70
FO133	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AEREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 72 HILOS G.652.D VANO 80 METROS	m			263,80			263,80	\$ 4,18	\$ 1,102,68
FO87	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AEREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 96 HILOS G.652.D VANO 80 METROS	m			345,50	363,10	486,20	1194,80	\$ 4,63	\$ 5,531,92
FO94	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 12 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652.D	m	160,90	180,70	85,70			427,30	\$ 2,36	\$ 1,008,43
FO129	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 144 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652.D	m	483,30					483,30	\$ 6,35	\$ 3,068,96
FO100	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 48 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652.D	m						138,30	\$ 3,37	\$ 466,07
FO105	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 96 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652.D	m	523,72	965,70				1489,42	\$ 5,23	\$ 7,789,67
TOTAL										\$ 130,369,18

Fuente: El Autor

3.11 Presentación de diseños

Toda la documentación de diseño, debe presentarse a la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP de acuerdo al siguiente detalle:

- Memoria técnica, volúmenes de obra y presupuesto óptico.
- Planos de canalización general existente y proyectada.
- Planos de red de distribución por distrito.
- Planos de red de dispersión que incluya la demanda levantada.
- Memoria técnica
- Los volúmenes de obra corresponden a la cantidad de mano de obra y material necesarios para valorar un diseño de ODN, muy bien especificado y cuantificado con su correcta unidad y precio unitario.

3.12 Pruebas de Fiabilidad

Entregado el diseño, y una vez construida la red, como parte del procedimiento para la recepción de las redes de fibra óptica GPON/FTTH, se realizarán las siguientes pruebas:

- Medición de longitud de onda con OTDR (Reflector Óptico en el Dominio del Tiempo).
- Medición de la pérdida total del trayecto con OTDR
- Potencia retro difusa con OTDR
- Conexiones y terminaciones en distribuidores de fibra óptica.
- Correcta instalación de Armarios
- Correcta limpieza y armado de conectores
- Correcta implementación de las fusiones
- Adecuada instalación de las Cajas terminales aéreas
- Adecuada instalación de las mangas
- Medición de la Red ODN una vez finalizada (OTDR PON)
- Chequeo de la conmutación de la ODN

El control se efectuará según el siguiente detalle:

- Medida de la longitud óptica verificada en el 100% de fibras.

- Pérdida total de trayecto efectuada al 100%
- Gráficas de retro difusión efectuadas al 100%
- Pérdida de los empalmes medidos al 100%
- Inspección visual de la instalación en áreas de acceso en todo el enlace.

Las fusionadoras, los medidores de potencia y los OTDRs seleccionados, deberán tener los certificados de calibración correspondientes, así como la manipulación por parte de personal técnico especialista en la ejecución de las pruebas ópticas.

CONCLUSIONES

- El presente proyecto, muestra el despliegue de red GPON – FTTH en el área de cobertura planteada, de acuerdo a la normativa vigente de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones y cuenta con los estándares internacionales de fibra óptica.
- Realizado el diseño, y valoración de materiales requeridos para la atención de red FTTH GPON, para la localidad de Bellavista de la ciudad de Quito, la cantidad de abonados que gozarán de los nuevos servicios GPON, será de 1.260 abonados, considerando un aporte importante para la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, y el incremento de su cartera de clientes.
- A través de este documento, el profesional percibirá de mejor manera el proceso que debe seguir, al realizar un diseño de Red de Planta Externa GPON, para atender determinado sector.
- La implementación de herramientas tecnológicas modernas como AutoCAD y compatibles con el GPS, permite entregar un proyecto basado en la realidad.

RECOMENDACIONES

- La red GPON puede ser utilizada para enlaces de fibra PUNTO – PUNTO, siempre y cuando se considere instalar entre sus redes, buffers o hilos muertos.
- Al realizar el diseño de la red de distribución, el splitter debe estar ubicado lo más cercano al abonado, con la finalidad de reducir Presupuesto Óptico.
- El análisis de presupuesto óptico se lo calcula en función de los valores más drásticos, esto conlleva a que en la realidad, los valores de potencia y atenuación que arroje el OTDR sean menores que los estipulados en el cálculo.
- La atenuación máxima de la red de planta externa GPON, no deberá ser mayor a los 28 dB.
- Al momento de implantar la red, y para evitar pérdidas no consideradas es importante tomar en cuenta los cuidados y procedimientos estipulados en la manipulación y mantenimiento de la fibra óptica, limpieza de conectores, armado de mangas y cajas de distribución, etc.
- Generalmente, sólo se permiten dos niveles jerárquicos en los divisores ópticos, un tercer nivel ocasionaría puntos de falla, confusión por parte del personal técnico al momento de realizar mantenimiento y pérdidas elevadas de atenuación.
- Siempre es importante, al momento de realizar el levantamiento de demanda e infraestructura existente, respetar las normas de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional para beneficio del proyectista y de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

Normativa de Diseño de Planta Externa con Fibra Óptica, Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, Versión 1.2. 2016

Normativa de Identificación de Elementos de Planta Externa con Fibra Óptica, Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, Versión 1.3. 2016

Análisis y Simulación de la capacidad de escalabilidad de una red Nacional DWDM para que opere a 128 Lambdas – Mg. David Cando; PUCE.

GIRARD, Andre. “FTTx PON Technology and Testing”. EXFO Electro-Optical Engineer Inc. 2005. Canadá 160.

GUALOTUÑA GUAÑA, Diana Elizabeth.Riffo Salazar Sofía Gabriela. “Diseño de una red de acceso utilizando tecnología APON (ATM PassiveOptical Network) para Andinatel S.A en la ciudad de Quito”. Escuela Politécnica Nacional, 2004.

GUIJARRO CUEVA, Cristian Gerardo. “Estudio de factibilidad de una red de área.

HECHT, Jeff. “Understanding Fiber Optics”. Prentice Hall. 1999 USA.

PABÓN TACO, Diana Patricia. “Diseño de una red de acceso GPON para proveer servicios triple play (tv, internet y telefonía) en el sector de la Carolina a través de la red del grupo TVCABLE” Escuela Politécnica Nacional, 2009.

Recomendación G.983.4 Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Especificación de la interfaz de control y gestión de la terminación de red óptica.

Recomendación UIT-T G.652 A, B, C y D.

Recomendación UIT-T G.983.1. Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Características generales.

Recomendación UIT-T G.983.2 Especificación de la interfaz de control y gestión de terminales de red óptica para redes ópticas pasivas de banda ancha.

Recomendación UIT-T G.983.3 Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits:
Especificación de la capa de convergencia de transmisión.

ZANGER, Henry. "Fiber Optics. Communication and other Applications". Maxwell
Macmillan International Publishing Group. 1999. USA.

ANEXOS

CONVENIO DE CONFIDENCIALIDAD

PRIMERA.- COMPARECIENTES:

Comparecen a la celebración del presente Convenio de Confidencialidad, por una parte, el Arq. Reinaldo Torres Jaramillo, Gerente Nacional de Desarrollo Organizacional, quien mediante Resolución No. CNTEP-GG-020-2011 de 23 de marzo de 2011, ha sido Delegado para la suscripción del presente Convenio; y, por otra parte los señores Víctor Daniel Morales Tamayo y Alfredo Federico Rodríguez Paz con C.C. 1714034186 y 1715166185 respectivamente, a quienes para efectos de este convenio, en adelante se les denominará CUSTODIOS.

SEGUNDA.- ANTECEDENTES.-

- 2.1. Con oficio No. s/n de 07 de enero de 2016, el PhD René Alberto Cañete Bajuelo, de la Dirección de Investigaciones Tecnológicas de la Universidad Tecnológica Israel, solicita al Arq. Reinaldo Torres Jaramillo, Gerente Nacional de Desarrollo Organizacional, se facilite el acceso a la información, a fin de que los señores Víctor Daniel Morales Tamayo y Alfredo Federico Rodríguez Paz, alumnos de la referida Universidad realicen el Proyecto de Tesis denominado "DISEÑO DE UNA ODN EN EL SECTOR DE BELLAVISTA, PARA LA CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP", previo a obtener su título de tercer nivel.

Mediante email de 18 de enero de 2015 el PhD Cañete en relación a la ejecución del referido Proyecto señala lo siguiente: "El proyecto que están desarrollando los estudiantes es propiedad de la CNT EP, debido a que los mismos solo están siendo guiados académicamente por la Universidad Tecnológica Israel en la realización del mismo, pero se mantienen auspiciados por CNT EP, esto no implica ninguna erogación de pagos por concepto de pasantías u otras formas ya que los citados estudiantes son trabajadores propios de CNT EP". (lo subrayado es de mi autoría)

El Ing. Sebastian Garófalo, Gerente de Accesos Pichincha Rg2 (e), (e mail 18/01/2016), indica que es procedente el requerimiento realizado por los señores Morales y Rodríguez.

TERCERA.- OBJETO.-

- 3.1. Por medio del presente instrumento los CUSTODIOS se obligan expresamente para con la CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP a guardar confidencialidad sobre el contenido de toda la información considerada como confidencial, a la que tengan acceso en virtud de los servicios o trabajos que realicen y que les sea remitida de manera verbal, visual, por escrito o por cualquier otra forma tangible o intangible para el desarrollo del proyecto, el resultado del proyecto será de uso exclusivo para la Empresa.

CUARTA.- OBLIGACIONES DE LOS CUSTODIOS.-

LOS CUSTODIOS deberán cumplir a cabalidad las siguientes obligaciones:

- 4.1. La información confidencial se mantendrá en absoluta reserva y, bajo ningún concepto, podrá ser divulgada a persona natural o jurídica alguna, ajena a CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP, salvo autorización expresa de ésta última u orden de autoridad pública competente. En este último caso LOS CUSTODIOS informarán a la CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP de la existencia de tal requerimiento en el plazo de un día hábil contado desde la fecha de recepción del mismo.
- 4.2. Las obligaciones estipuladas en esta Cláusula no alcanzan a aquella información confidencial que:
- 4.2.1. Sea de dominio público o se convierta en información de dominio público, excepto que lo sea como resultado del incumplimiento a las obligaciones de este Convenio de Confidencialidad;
- 4.2.2. LOS CUSTODIOS que hayan tenido acceso o hayan producido de modo independiente con anterioridad a este Convenio de Confidencialidad;

- 4.2.3. Aquella que se torne disponible de modo no confidencial y que provenga de una fuente distinta a la CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP y sus representantes; o,
- 4.2.4. Que la información que fuere desarrollada por los CUSTODIOS o sus allegados, independientemente de o sin referencia a cualquier información confidencial de CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP En una situación así, el CUSTODIO deberá tener la carga de la prueba de tal desarrollo independiente.
- 4.3. LOS CUSTODIOS emplearán sus mejores esfuerzos para que la información confidencial de CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP, que esté a su disposición, sea manejada con cautela y para los fines relacionados para los que le haya sido proporcionada dicha información;
- 4.4. LOS CUSTODIOS se obligan a la custodia de la información confidencial, aplicando las mismas medidas utilizadas en la custodia de la información similar propia;
- 4.5. LOS CUSTODIOS se obliga a utilizar la información objeto del presente convenio únicamente para los fines para los que le haya sido proporcionada dicha información; y,
- 4.6. Al darse cuenta de cualquier pérdida, uso no autorizado o revelación de la información confidencial de CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP, los CUSTODIOS acuerdan adoptar las medidas necesarias para ayudar a CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP a remediar tal uso no autorizado o revelación de la información confidencial.

La aplicación de este principio no exime al de responder judicial y extrajudicialmente respecto de los perjuicios causados a la CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP, a causa de la divulgación de información confidencial no autorizada.

- 4.7. LOS CUSTODIOS expresamente declaran que se obligan a no revelar, difundir o hacer uso en beneficio propio o de terceros, de la información confidencial de la CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP.

QUINTA.- MATERIALES

- 5.1. Todos los materiales incluyendo, sin estar limitada a: documentos, dibujos, modelos, aparatos, esquemas, diseños, listas y cualquier cuerpo tangible que contenga información confidencial de CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP, a las que tenga acceso, los CUSTODIOS, deberán ser devueltos a la CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP, de acuerdo con las instrucciones razonables de ésta o deberán ser destruidos, incluyendo sus copias, al momento de la terminación de este Convenio o ante el pedido por escrito de la CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP

SEXTA.- ALCANCE DEL CONVENIO

- 6.1. A más de lo antes referido, se considerará como información confidencial al contenido de todo documento o medio que se haya entregado a los CUSTODIOS, bajo el presente convenio con la leyenda "CONFIDENCIAL". Igual condición tendrá la información que se divulgue en cualquier reunión llevada a cabo entre personal de la CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP y los CUSTODIOS.

SEPTIMA.- NO LICENCIA

Este convenio no confiere a los CUSTODIOS ninguna licencia para usar la información confidencial de la CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP

OCTAVA.- PLAZO

El presente Convenio, se entiende vigente a partir de la fecha de su suscripción terminará en el momento en que la CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP así lo decidiere y lo notificare a los CUSTODIOS ó a la culminación del proyecto, es decir a la presentación de la tesis para la obtención de su título de tercer nivel. Este Convenio terminará inmediatamente a la recepción de tal notificación, dejándose claramente establecido, que por el hecho de tal terminación, ninguna de las partes deberá a la otra, indemnización alguna, salvo los casos de responsabilidad en que hayan incurrido los CUSTODIOS.

Ante la terminación de este Convenio o cuando la CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP lo estimare conveniente, los CUSTODIOS cesarán inmediatamente el uso de la información confidencial de la CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP y cumplirán inmediatamente con lo dispuesto en la Cláusula Cuarta de este Convenio. Ante el pedido de la CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP, los CUSTODIOS certificarán que han cumplido con sus obligaciones aquí estipuladas.

NOVENA.- DERECHO A INICIAR ACCIONES

En el evento de que se produzca el incumplimiento de lo estipulado en el presente Convenio, la CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP tendrá el derecho a iniciar las acciones legales, civiles o penales, de las que se crea asistido, incluyendo la reclamación de daños y perjuicios.

DECIMA.- INDEMNIDAD

LOS CUSTODIOS reconocen que la divulgación no autorizada de la información confidencial de la CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP, que pueda resultar en un perjuicio económico para ésta última, en cuyo caso ésta tendrá derecho al resarcimiento de daños y perjuicios que sea determinado por el Tribunal de Arbitraje o el juez de lo penal, según el caso.

ÚNDECIMA.- CESIÓN DE DERECHOS

LOS CUSTODIOS no podrán ceder sus derechos según este convenio, sin el consentimiento previo y por escrito de la CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP, salvo el caso de disposición de autoridad competente.

DECIMA PRIMERA.- DISPOSICIONES GENERALES

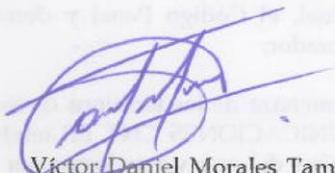
- 12.1. LOS CUSTODIOS reconocen que la solución para cualquier incumplimiento de los términos de este Convenio se realizará en conformidad con la Ley, y se tendrá especial atención a las disposiciones establecidas en la Ley de Propiedad Intelectual, el Código Penal y demás normativa civil y tratados internacionales ratificados por el Ecuador;
- 12.2. Las partes declaran que, en el evento de incumplimiento o amenaza de los términos de este convenio, la CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP tendrá derecho a iniciar las acciones legales y administrativas que estime del caso y a reclamar por el pago de los correspondientes daños y perjuicios;
- 12.3. Este convenio podrá ser reformado o complementado consensuadamente y por escrito; y,
- 12.4. Si cualquiera estipulación de este Convenio se vuelve invalida o inejecutable, tal estipulación será adecuada por las partes para su ejecución, sin perjuicio de lo cual, el resto del Convenio será mantenido en ejecución total.

DÉCIMA TERCERA.- LEGISLACIÓN, JURISDICCIÓN Y COMPETENCIA

- 13.1. La Legislación aplicable a este Convenio de Confidencialidad es la ecuatoriana.

- 13.2. Las partes renuncian a utilizar la vía diplomática para todo reclamo relacionado con este Convenio.
- 13.3. Para el caso de controversias relacionadas con la aplicación o interpretación de este convenio, que no sean de carácter penal, los comparecientes renuncian fuero y/o domicilio y se sujetan a la Ley de Arbitraje y Mediación y, en particular, al pronunciamiento de los señores árbitros del Centro de Arbitraje y Mediación de la Cámara de Comercio de Quito, a cuyo efecto realizan, además, las siguientes precisiones:
- 13.4. El proceso se llevará en la ciudad de Quito, ante el Centro de Arbitraje y Mediación de la Cámara de Comercio de Quito, conforme su reglamentación interna;
- 13.5. Los árbitros habrán de resolver en derecho;
- 13.5.1 Los árbitros quedan expresamente facultados para dictar medidas cautelares y para solicitar el auxilio que fuere necesario para ejecutar dichas medidas, en los términos previstos en el Art. 9 de la Ley de Arbitraje y Mediación;
- 13.5.2. Los costos y gastos en que se incurra, incluidos los honorarios profesionales pactados razonablemente, serán cubiertos por la parte que fuere vencida. A pedido de parte realizado antes de dictar el respectivo laudo, el Tribunal tendrá facultades para regular dichos honorarios, si es que le parecieren considerablemente excesivos o exiguos, en consideración a la cuantía y circunstancias del caso que haya sido puesto en su conocimiento;
- 13.5.3. Las partes se comprometen a aceptar el Laudo Arbitral. Sin perjuicio del derecho conferido por la Ley ecuatoriana para que la parte afectada pueda demandar la nulidad del laudo, en los casos taxativamente permitidos por dicha Ley, las partes acuerdan que la parte que dedujere un recurso de nulidad que fuere resuelto negativamente para ella, deberá cancelar a la otra parte, a más de todas las obligaciones pendientes o generadas a esa fecha y de aquellas otras obligaciones que, por disposición de la ley, se generasen como efecto de dicha resolución negativa, una indemnización equivalente a la máxima tasa de interés convencional que hubieren generado la suma de todas las citadas obligaciones, desde la fecha de expedición del laudo impugnado, por respectivo órgano o juez ejecutor;
- 13.5.4. De ser requerido, el respectivo laudo será ejecutado ante los jueces competentes de la ciudad de Quito o del lugar en que se encontraren los bienes del ejecutado.

Para fe y constancia de lo estipulado, las partes suscriben a continuación, en dos ejemplares de igual valor y contenido, en la ciudad de Quito - Ecuador, a



Víctor Daniel Morales Tamayo
CUSTODIO
C.C. 1714034186



Alfredo Federico Rodríguez Paz
CUSTODIO
C.C. 1715166185



Arq. Reinaldo Torres Jaramillo
GERENTE NACIONAL DE DESARROLLO
ORGANIZACIONAL CNT EP.

Glosario de Términos

TERMINO	DESCRIPCION INGLES	DESCRIPCION ESPAÑOL
OLT	Optical Line Terminal	Equipo de Central
ONT	Optical Network Terminal	Equipo de Cliente
ODN	Optical Distribution Network	Planta Externa de Fibra Óptica
FTTH	Fiber To The Home	Fibra al Hogar
ODF	Optical Distribution Frame	Distribuidor de Fibra Óptica
FDH	Fiber Distribution Home's	Armarios
NAP	Network Access Point	Caja de Distribución Óptica
FDB	Fiber Distribution Building	Caja de Distribución Principal
FDF	Fiber Distribution Floor	Caja de Distribución Secundaria

NORMAS	DESCRIPCION INGLES
ITU-T G652	SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS Transmission media and optical systems characteristics Optical fibre cables
ITU-T G657	SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS Transmission media and optical systems characteristics Optical fibre cables

EMPRESAS	DESCRIPCION
CNT EP	Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP.
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
IGM	Instituto Geográfico Militar
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado

GPS Mobilemapper 6

Vista frontal Pantalla de visualización

La pantalla de visualización [1] es una pantalla táctil en color QVGA de 2,7 pulgadas.

Teclado, botones de desplazamiento y Enter

El teclado [2] consta de los elementos siguientes:

- +ZOOM y ZOOM-: Utilice estos botones para ajustar la escala del mapa que se muestra en pantalla (sólo aplicable a programas de visualización de mapas).
- Botones LOG, MENU, ESC: Estos botones son específicos de las aplicaciones de software diseñadas para utilizarlos. No tienen ningún efecto sobre las utilidades estándar de Windows Mobile, salvo el botón ESC en algunos casos.

El botón Enter [3] se emplea para aceptar las entradas resaltadas e iniciar diversas funciones.

El botón de desplazamiento [4] es el anillo alrededor del botón Enter. Si se emplea para mover el cursor por la pantalla, de un campo de datos al siguiente en una pantalla de parámetros, de una opción a otra en un menú, de una ubicación geográfica a otra en una pantalla de mapa.

Lápiz y portalápices

El lápiz [5] se puede utilizar para trabajar directamente sobre la pantalla táctil. Si no se utiliza, el lápiz se puede guardar en el receptor insertándolo en el soporte para tal efecto [5].

Antena integrada

El MobileMapper 6 incorpora una antena integrada [6]. El receptor debe estar bien sujeto para optimizar la recepción satelital.

Micrófono

El grabador de voz utiliza un micrófono. Mantenga despejada la pequeña abertura [7] al grabar un comentario de voz.



Simbología de Planta Externa para Redes GPON

ANEXO 1-GPON
SIMBOLOGIA DE PLANTA EXTERNA
3ra. REVISIÓN

Elaborado por: Ing. J. L. G. G.
Aprobado por: Ing. J. L. G. G.
Revisado por: Ing. J. L. G. G.

DESCRIPCION	PROYECTADO	EXISTENTE
RACK DE PISO 9'x20"		
OLT DE DISTRIBUIDOR		
ARMARIO FTTH		
CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA AÉREA		
CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA DOBLE CONECTOR		
CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA DE PISO		
CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA SUBTERRÁNEA		
EDIFICIO CON RED GPON		
EMPALME DE FIBRA		
EMPALME DE FIBRA Y SPLITTER		
FIBRA ÓPTICA		
ONT (ABONADO)		
ROSETA ÓPTICA		
SPLITTER DE UNA ENTRADA		
SPLITTER DE DOS ENTRADAS		
HILOS DE RESERVA DE FIBRA		
ODF-CON SPLITTER REDES GPON		
ESTRUCTURA POZO		
CAJA DE DISTRIBUCIÓN OPTICA ADOSADA		
CAJA DE DISTRIBUCIÓN OPTICA MINIPOSTE		
TRANSFORMADOR AEREO		
HERRAJE DE RETENSION DE FIBRA GPON		
HERRAJE CRUCE AMERICANO GPON 2 EXTENSION Y 1 EXTENSION		
ESQUEMA ARMARIO GPON		
OCUPACIÓN MONODUCTO CANALIZACION EXISTENTE		
OCUPACIÓN BIDUCTO CANALIZACION EXISTENTE		
EMPALME DE FIBRA DE DISTRIBUCION SALIDA DEL ARMARIO		
MANGUERA CORRUGADA		
CAJA TERMINAL FIBRA OPTICA		

Norma para identificación de Elementos de Planta Externa



**INSTRUCTIVO PARA NOMENCLATURA DE
ELEMENTOS DE INFRAESTRUCTURA DE PLANTA
EXTERNA**

	Nombre	Fecha	Firma
Elaborado por:	Alexander Orna ACCESO FIJO - INGENIERÍA		
	María Sol Gómez ACCESO FIJO – INGENIERÍA		
	Marcelo Gallegos ACCESO FIJO - INGENIERÍA		
	Alfredo Rodríguez GERENCIA ACCESOS PICHINCHA		
	Johanna Fernández ALISTAMIENTO DE REDES DE ACCESOS		
	Christian Anazco GERENCIA DE ACCESOS -GUAYAS		
Revisado por:	Eduardo Cadena RESPONSABLE DE ACCESOS FIJOS		
	Jorge García JEFE DE ACCESOS		
Aprobado por:	Fabián Ortega GERENTE DE INGENIERÍA (E.)		
	Gustavo Quispe GERENTE O&M PLATAFORMAS DE ACCESOS (E.)		

Aspectos Generales

Objetivos.

Los criterios descritos en este documento tienen la finalidad de asignar un identificador único a todos los elementos e infraestructura de planta externa que intervienen en el despliegue de redes de cobre y fibra óptica.

Alcance

Esta Norma aplica a toda la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, en lo concerniente a Redes de Acceso por cobre o fibra óptica, enlaces de fibra óptica, red troncal de fibra óptica.

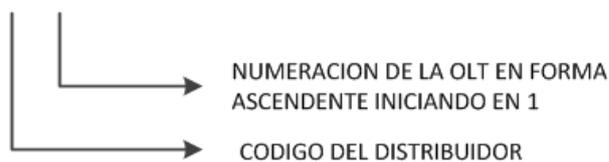
Es necesario que la persona que aplica este instructivo tenga conocimientos de Planta Externa y de la Norma Técnica de Diseño y Dibujo Geo-referenciado de Redes de Planta Externa de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT E.P.

Codificación de elementos

OLT

La olt (terminal de línea óptico) es el equipo que interconecta la red odn con la red mpls y está ubicado en el distribuidor. Se asignará una numeración secuencial (1) de acuerdo al orden de instalación.

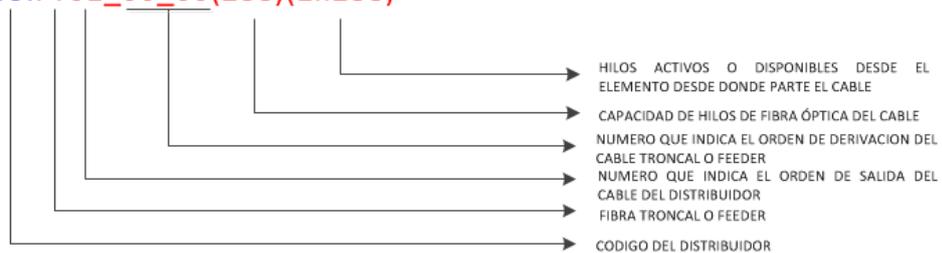
33.1



Cable de fibra óptica feeder

Medio de transmisión entre el distribuidor y el elemento pasivo de la odn (optical distribution network). Se identifica mediante la secuencia ft, seguido del orden de salida del cable o ruta (01, 02, 03,...), sus niveles de derivación (00_00), su capacidad (288) y los hilos activos correspondientes (1..288).

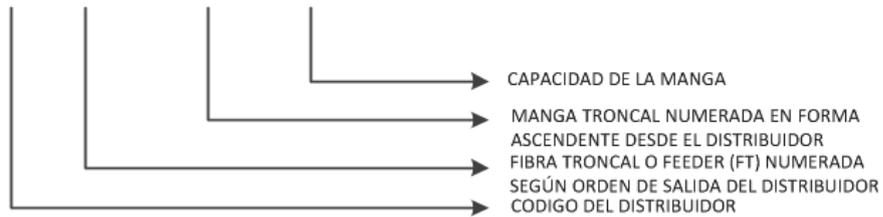
33.FT01_00_00(288)(1..288)



Empalme troncal

Elemento de derivación o empate de cables de fibra óptica de feeder. Identificado por la secuencia mt, seguido por un orden numérico (01) y su capacidad (288).

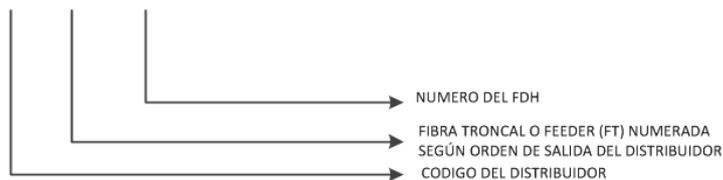
33.FT01_MT01(288)



Armario GPON (FDH)

Es el elemento que contiene splitters y permite realizar una interconexión entre la red feeder y la red de distribución. Se identifica con una secuencia numérica (01) de acuerdo a la norma de diseño de ODN.

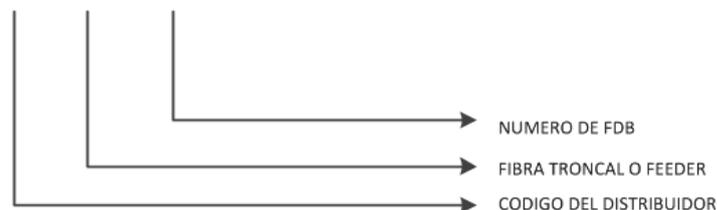
33.FT01_01



Caja Doble Conector (FDB)

Es un elemento de interconexión que contiene a un splitter y que se coloca en las urbanizaciones o edificios. Se identifica con la secuencia FDB, seguido por una numeración secuencia (01).

33.FT01_FDB01

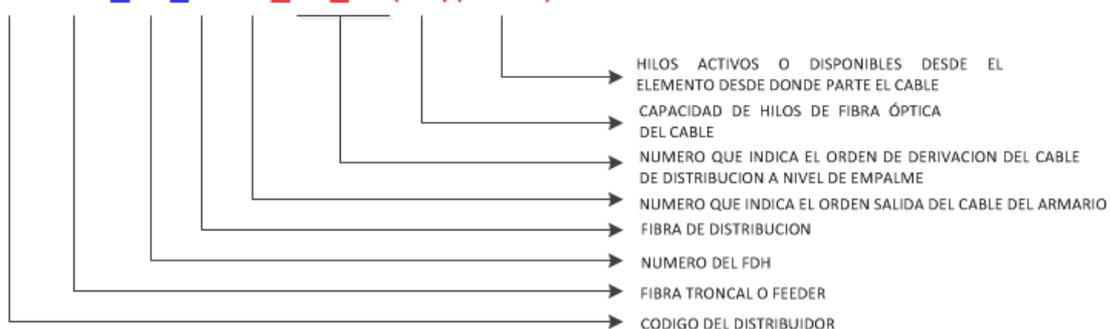


Red de distribución

Cable de fibra óptica de distribución que sale del armario

Medio de transmisión entre el fdh y el elemento pasivo de la odn (optical distribution network). Se identifica mediante la secuencia fd, seguido del orden de salida del cable o ruta (01, 02, 03,...), sus niveles de derivación (00_00), su capacidad (96) y los hilos activos correspondientes (1..96).

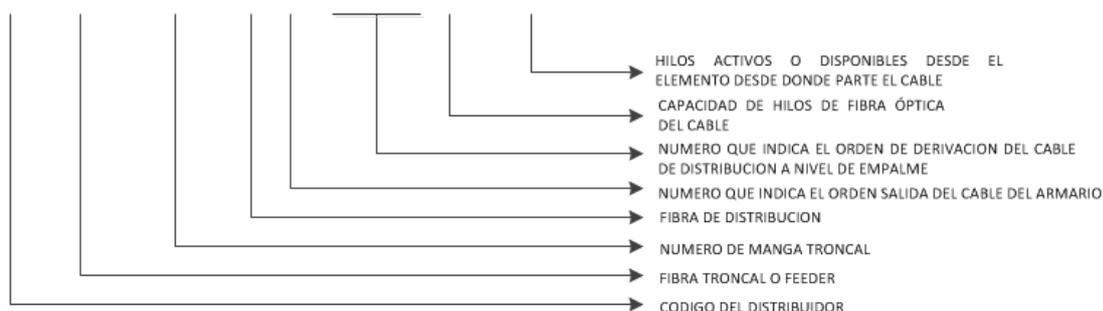
33.FT01_01_FD01_00_00(96)(1..96)



Cable de fibra óptica de distribución que sale de la manga

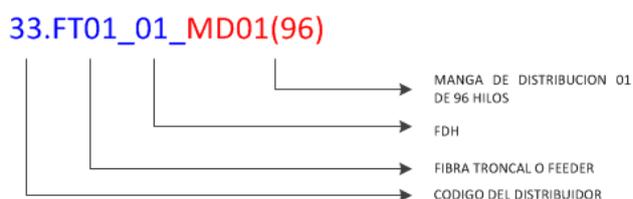
Medio de transmisión entre la manga (MT01) y el elemento pasivo de la odn (optical distribution network). Se identifica mediante la secuencia fd, seguido del orden de salida del cable o ruta (01, 02, 03,...), sus niveles de derivación (00_00), su capacidad (96) y los hilos activos correspondientes (1..96).

33.FT01_MT01_FD01_00_00(96)(1..96)



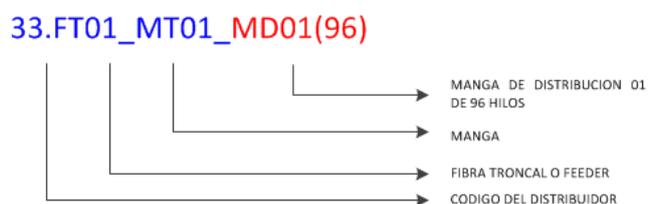
Empalme de distribución con armario (FDH)

Es el elemento que permite realizar un sangrado o extensión de un cable de fibra óptica de distribución. Se asignará las letras MD con una numeración secuencial desde el FDH hacia donde avanza el cable de distribución.



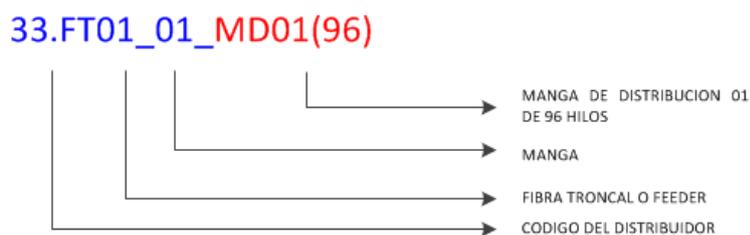
Empalme de distribución con manga troncal (MT)

Elemento de derivación o empate de cables de fibra óptica de distribución que salen de una manga MT01. Identificado por la secuencia MD, seguido por un orden numérico (01) y su capacidad (96).



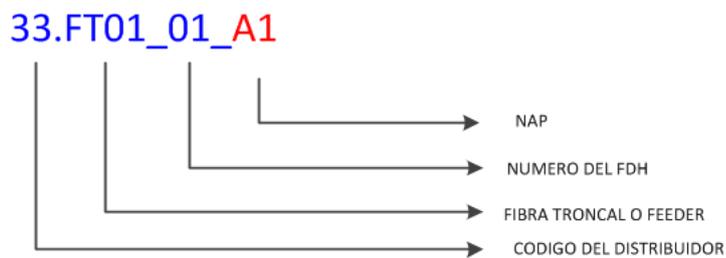
Empalme de distribución con armario (FDH)

Elemento de derivación o empate de cables de fibra óptica de distribución que salen de un armario (01). Identificado por la secuencia MD, seguido por un orden numérico (01) y su capacidad (96).



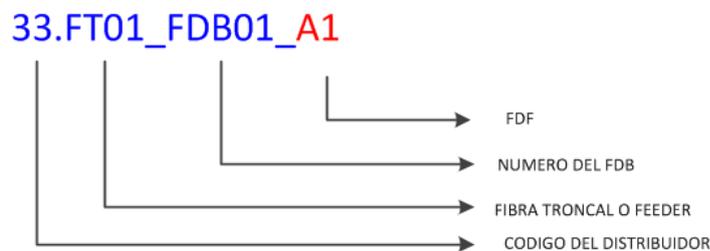
Caja de distribución óptica (NAP)

Elemento de interconexión entre la red de distribución y la red de dispersión identificada por una serie alfa-numérico (A1) de acuerdo con la norma de diseño de planta externa.



Caja de piso (FDF)

Elemento de interconexión entre la red de distribución interna de un edificio y la red de dispersión identificada por una serie alfa-numérico (A1) de acuerdo con la norma de diseño de planta externa.



Pozo

Los pozos o cámaras de revisión que forman parte de la red de canalización, permiten la sujeción de los cables y empalmes primarios, secundarios y elementos pasivos de fibra óptica. Cada pozo estará atado a una central y se lo numerará desde la su salida abarcando el área de cobertura de dicha central.

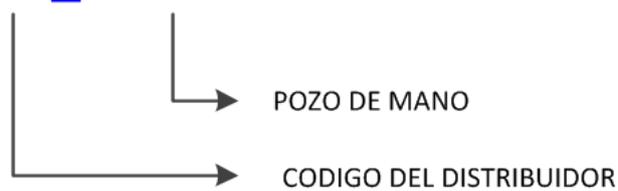
33_PZ0001



Pozo de mano

Son pozos o cámaras de revisión de menor tamaño que forman parte de la red de canalización, permiten la sujeción de los cables y empalmes primarios, secundarios y elementos pasivos de fibra óptica aunque en menor proporción. Cada pozo de mano estará atado a una central, y se lo numerará desde la su salida hasta abarcar el área de cobertura de dicha central.

33_PM0001



Poste

Es el elemento que forma parte de la red aérea, permite la sujeción de cajas, cables y empalmes primarios, secundarios, así como elementos pasivos de fibra óptica a través de herrajes. Cada poste estará atado a una central y se lo numerará desde la su salida, abarcando el área de cobertura de dicha central.

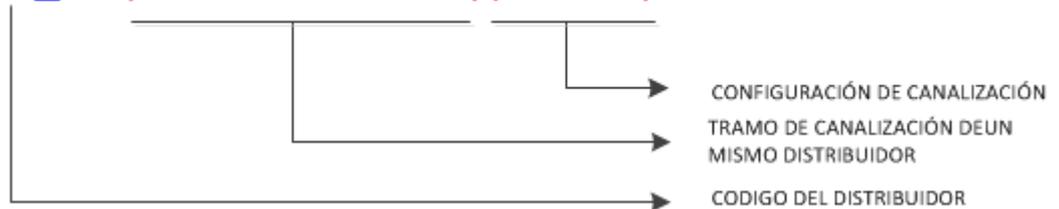
33_P0001



Tramo de Canalización

Tramo de canalización entre pozos de una misma central/distribuidor, en el mismo se señala la configuración de canalización existente de dicho tramo.

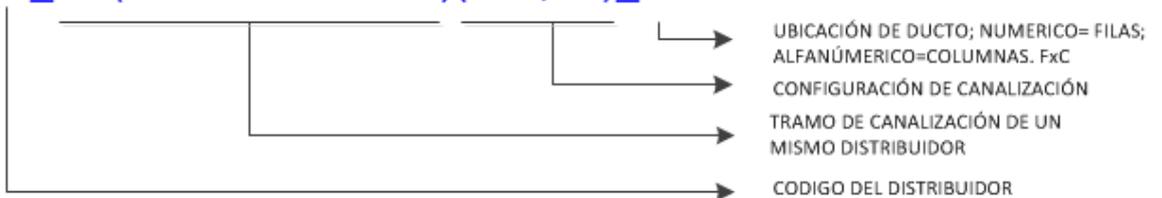
33_CN(PZ0001..PZ0002)(T11,T2)



Ducto

Señala la ubicación del ducto correspondiente al tramo de canalización al que se refiere. Esta ubicación se manejará de arriba hacia abajo (filas) y de izquierda a derecha (columnas) de forma alfanumérica en mayúsculas como si se tratase de un tablero de ajedrez.

33_CN(PZ0001..PZ0002)(T11,T2)_3B



Ingreso al Armario

Tramo de canalización entre el pozo y el armario o distrito al que se conecta, en el mismo se señala la configuración de canalización existente de dicho tramo.

33_CN(PZ0001..D01)(T3)

