



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE ACCESO CON FIBRA ÓPTICA UTILIZANDO TECNOLOGÍA VDSL/FTTX PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES, DE LA CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES EMPRESA PÚBLICA EN GUANO.

ALBA VERÓNICA RAMOS FLORES.

Trabajo de Titulación modalidad: Proyectos de Investigación y Desarrollo, presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAGÍSTER EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

Riobamba – Ecuador

Diciembre 2019

©2019, Ing. Alba Verónica Ramos Flores.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

CERTIFICACIÓN:

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo titulado: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE ACCESO CON FIBRA ÓPTICA UTILIZANDO TECNOLOGÍA VDSL/FTTX PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES, DE LA CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES EMPRESA PÚBLICA EN GUANO", de responsabilidad de la Ing. Alba Verónica Ramos Flores, ha sido prolijamente revisado y se autoriza su presentación.

Dr. Juan Mario Vargas Guambo; Msc

PRESIDENTE

Ing. Diego Fernando Veloz Chérrez; Msc

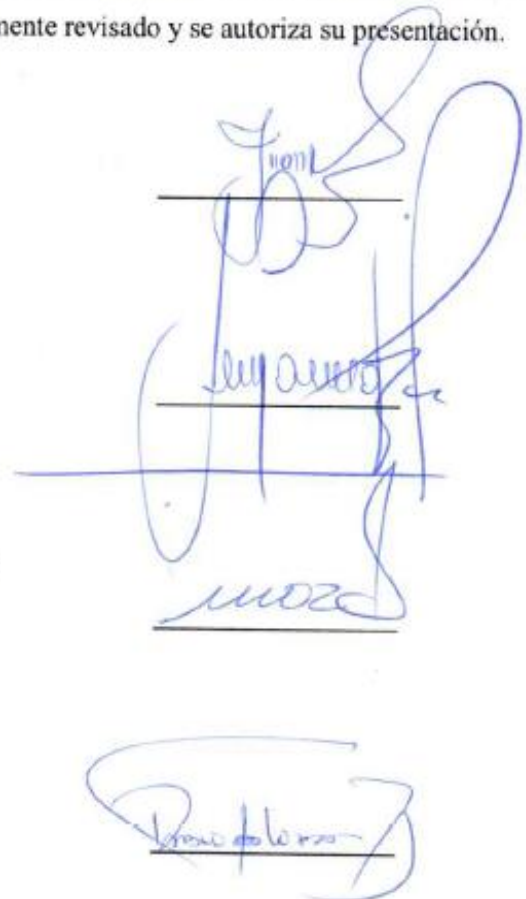
DIRECTOR

Ing. Franklin Geovanni Moreno Montenegro; Msc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Pablo Eduardo Lozada Yáñez; Msc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Riobamba, Diciembre 2019

DERECHOS INTELECTUALES

Yo, Alba Verónica Ramos Flores, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el **Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

ALBA VERÓNICA RAMOS FLORES

No. Cédula: 060427185-8

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Alba Verónica Ramos Flores, declaro que el presente proyecto de investigación, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación de Maestría.

ALBA VERÓNICA RAMOS FLORES

No. Cédula: 060427185-8

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de seguir aprendiendo y superándome cada día. Con mucho cariño a mi Familia por creer en mí, apoyarme y alentarme en todo momento, especialmente a mi Abuelita querida que es mi motivación para superarme cada día, a mi Tía Cecy, mis primos y a mi hermana Michu por ser mi apoyo en todo momento de mi vida y por quererme mucho.

También quiero dedicar este trabajo a una persona muy especial que al pasar de los años ha sido cómplice de todos mis sueños, proyectos y locuras, quien con sus consejos me ayudado a tomar decisiones acertadas, gracias Amor por aguantarme y amarme.

Verito.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido en mi formación académica, por la oportunidad brindada para el mejoramiento y capacitación profesional. A los Ing. Diego Veloz, Ing. Franklin Moreno e Ing. Pablo Lozada por su paciencia, quienes han sabido transmitir sus ideas y conocimiento durante este tiempo. A mis padres y familia gracias por su apoyo. A mis amigas Taty y Mónica por apoyarme en este periodo de aprendizaje.

Verónica Ramos.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	13
SUMMARY	14
CAPÍTULO I.....	15
1. Marco Referencial	15
1.1. Intoducción	15
1.2. Planteamiento del Problema	15
1.2.1. <i>Situación problemática</i>	15
1.2.2. <i>Formulación del problema</i>	17
1.2.3. <i>Preguntas directrices o específicas de la investigación</i>	17
1.3. Justificación de la Investigación	18
1.4. Objetivo de la Investigación	20
1.5. Hipótesis	20
1.5.1. <i>Hipótesis general</i>	20
1.6. Identificación de Variables	21
1.6.1. <i>Variable independiente</i>	21
1.6.2. <i>Variable dependiente</i>	21
CAPÍTULO II	22
2. Marco Teórico	22
2.1. Antecedentes del Problema	22
2.2. Bases Teóricas	23
2.2.1. <i>Sistemas de Telecomunicaciones</i>	23
2.2.2. <i>Elementos de un Sistema de Comunicación</i>	23
2.2.3. <i>VDSL Very High Speed Digital Subscriber Line</i>	25
2.2.4. <i>Red Telefónica Básica (RTB)</i>	31
2.2.5. <i>Fibra Óptica</i>	32
2.2.6. <i>Redes FTTx</i>	37
2.2.7. <i>Armarios Inteligentes</i>	40
2.2.8. <i>Mediciones Eléctricas</i>	41
2.2.9. <i>Redes de Fibra Óptica</i>	44
CAPÍTULO III.....	46
3. Metodología de la Investigación.....	46
3.1. Recopilación y Análisis de datos para el diseño de la Red.	46
3.1.1. <i>Enfoque de la investigación</i>	46
3.1.2. <i>Métodos De Investigación</i>	46
3.1.3. <i>Alcance de la investigación</i>	47
3.1.4. <i>Población de estudio</i>	47
3.1.5. <i>Unidad de análisis</i>	47
3.1.6. <i>Selección de la muestra</i>	48
3.1.7. <i>Tamaño de la muestra</i>	48
3.1.8. <i>Técnicas de recolección de datos primarios y secundarios</i>	49
3.1.9. <i>Instrumentos para la recolección de datos</i>	49

3.1.10.	<i>Instrumentos para procesar datos recopilados</i>	49
3.2.	Recopilación y Análisis de la información	49
3.2.3.	<i>Análisis de los datos.</i>	79
3.2.4.	<i>Selección del distrito Crítico.</i>	80
3.3.	Diseño de la Red de Acceso de Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/ FTTX... 81	
3.3.1.	<i>Análisis de la Red de Cobre Existente</i>	82
3.3.2.	<i>Diseño de la red de Accesos.</i>	84
3.4.	Simulación de la Red de Fibra Óptica	88
3.4.1.	<i>Esquema de la Red</i>	88
3.5.	Implementación de la Red de Accesos.....	96
CAPÍTULO IV		97
4.	Resultados y Discusión	97
4.1.	Pruebas y Analisis de Resultados	97
4.2.	Mediciones Eléctricas	97
4.3.	Analisis de Resultados	104
4.4.	Discusión	105
4.5.	Comprobación de la Hipótesis	106
4.5.1.	<i>Hipótesis General</i>	106
4.5.2.	<i>Demostración de la hipótesis</i>	107
CONCLUSIONES		109
RECOMENDACIONES		110
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1	<i>Usuarios telefonía fija e internet Central Telefónica Guano</i>	19
Tabla 2-1	<i>Velocidades típicas de VDSL en función de la longitud de la línea.</i>	26
Tabla 2-2	<i>Velocidades VDSL en configuración asimétrica en sentido</i>	28
Tabla 2-3	<i>Velocidades VDSL en configuración</i>	29
Tabla 2-4	<i>Velocidades típicas de VDSL en configuración</i>	29
Tabla 2-5	<i>Aplicaciones VDSL</i>	30
Tabla 2-6	<i>Valores Resistencia de Bucle</i>	41
Tabla 2-7	<i>Parámetros de Prueba</i>	44
Tabla 3-1	<i>Cálculo de la Muestra</i>	48
Tabla 3-2	<i>Mediciones eléctricas Distrito 1</i>	51
Tabla 3-3	<i>Mediciones eléctricas Distrito 2</i>	54
Tabla 3-4	<i>Mediciones eléctricas Distrito 3</i>	57
Tabla 3-5	<i>Mediciones eléctricas Distrito 4.</i>	60
Tabla 3-6	<i>Mediciones eléctricas Distrito 5.</i>	63
Tabla 3-7	<i>Mediciones eléctricas Distrito 6.</i>	66
Tabla 3-8	<i>Valoración Atenuación.</i>	69
Tabla 3-9	<i>Valoración Resistencia de Bucle</i>	69
Tabla 3-10	<i>Valoración SNR.</i>	69
Tabla 3-11	<i>Valoración de los parámetros eléctricos Resistencia de Bucle, Atenuación y SNR</i>	70
Tabla 3-15	<i>Mediciones de Resistencia</i>	81
Tabla 3-16	<i>Mediciones de Resistencia se Bucle Red Secundaria Distrito 6.</i>	81
Tabla 3-17	<i>Datos de la nueva Red telefónica</i>	86
Tabla 3-18	<i>Presupuesto de Red de Accesos.</i>	87
Tabla 3-19	<i>Costo Beneficio de la Red de Accesos</i>	88
Tabla 4-1	<i>Parámetros de Mediciones en Redes Telefónicas.</i>	97
Tabla 4-2	<i>Resistencias de Bucle servicio de Internet.</i>	97
Tabla 4-3	<i>Mediciones de Resistencia se Bucle, Atenuación y SNR.</i>	98
Tabla 4-4	<i>Valoración Atenuación; Valoración Resistencia de Bucle; Valoración SNR.</i>	100
Tabla 4-5	<i>Comparación de la valoración de los parámetros eléctricos de la Red.</i>	101
Tabla 4-6	<i>Valores niveles de aceptación.</i>	106
Tabla 4-7	<i>Prueba de normalidad de datos con Kolmogorov</i>	107
Tabla 4-8	<i>Resultados de la prueba “T” en SPSS</i>	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1	Sectorización de Distritos Central Guano.	19
Figura 2-1	Elementos de un Sistema de Comunicación.....	25
Figura 2-2	Arquitectura VDSL.	25
Figura 2-3	Topología VDSL.	27
Figura 2-4	Asignación del espectro en VDSL asimétrico.....	28
Figura 2-5	Elementos de una Red Telefónica Básica	31
Figura 2-6	Refracción de un rayo de luz.....	34
Figura 2-7	Arquitecturas FTTx.....	37
Figura 2-8	Topología FTTC.....	38
Figura 2-9	Red de Planta Externa	39
Figura 2-11	Red de Planta Externa	40
Figura 2-12	Topologías FFTN + VDSL.	41
Figura 2-13	Esquema de Medición Resistencia de Bucle.....	42
Figura 2-14	Esquema de Medición Atenuación.....	42
Figura 2-15	Medición de SNR Equipo del Cliente.....	43
Figura 3-1	Detalle las fases del trabajo.....	50
Figura 3-2	Detalle las fases del trabajo.....	82
Figura 3-3	Cobertura de Red del Distrito 6.....	82
Figura 3-4	Cobertura Red Secundaria Distrito 6.....	83
Figura 3-5	Ubicación Equipo de Plataforma Exterior.....	83
Figura 3-6	Equipo de Plataforma Ext. y Armario Reflejo.	84
Figura 3-7	Red de Fibra Óptica.....	85
Figura 3-8	Diagrama de Transmisión Red de Fibra Óptica.	85
Figura 3-9	Red Secundaria sector El Cisne.	85
Figura 3-10.	Circuito de un sistema WDM.....	89
Figura 3-11	Analogía de un sistema WDM con la Red de Accesos	89
Figura 3-12	Propiedades del trasmisor WDM.	90
Figura 3-13	Ventana de tipo de Modulación.....	90
Figura 3-14	Propiedades del Multiplexor.	90
Figura 3-15	Analizador de espectro óptico.	91
Figura 3-16	Analizador de WDM.	91
Figura 3-17	Analizador de WDM.	92
Figura 3-18	Propiedades dimensiones de fibra óptica.	92
Figura 3-19	Propiedades EDFA.	92

Figura 3-20	Polarización del filtro.....	93
Figura 3-21	Generador Randómico de Origen.....	93
Figura 3-22	Ventana de propiedades del Multiplexor.....	93
Figura 3-23	Ventana de propiedades del receptor WDM.	94
Figura 3-24	Ventana Filtros pasa bajos.....	94
Figura 3-25	Ventana Características del regenerador.	94
Figura 3-26	Señal de factor de calidad.....	95
Figura 3-27	Señal de BER mínimo.	95
Figura 3-28	Señal ancho de banda.	95
Figura 3-29	Señal de modalidad BER.....	96

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Normativa de Referencia

ANEXO B. Pruebas de Medición de Fibra Óptica.

ANEXO C. Fotografías de la Implementación

ANEXO D. Módulo de Acceso Multi-Servicio Smartax MA5603T

ANEXO E. Configuración del Equipo Acceso de Plataforma Exterior

ANEXO F. Configuración del Equipo del Cliente

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se detalla el diseño e Implementación de una Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/FTTX, para mejorar los servicios de telecomunicaciones, en la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública en Guano. Como primer punto se realizó un análisis del estado del arte de las redes FTTX que utilizan tecnología VDSL desde sus inicios hasta la actualidad. El trabajo se realizó en tres fases principales; recopilación, el análisis de los datos y la implementación de la red. Se realizaron mediciones de parámetros eléctricos en 427 redes telefónicas en diferentes sectores del cantón de Guano, lo cual permitió determinar la ubicación del sector con mayor deficiencia de servicio, en el cual se implementó la red de acceso con fibra óptica utilizando la tecnología VDSL / FTTC para mejorar los servicios de telecomunicaciones de los clientes. Se realizó el Diseño, la simulación e implementación de red, conforme a las Reglamento de diseño de planta externa con plataformas de acceso externo para despliegue de red con tecnología VDSL / FTTC, de Corporación nacional de Telecomunicaciones CNT EP., en el sector de la Cisne en el cantón de Guano. Finalmente se procedió con nuevas mediciones de los parámetros eléctricos en la nueva red implementada, para verificar el funcionamiento. Evidenciando que la Red de Acceso de Fibra Óptica utilizando tecnología VDSL / FTTC implementada, cumple con todos los requisitos solicitados por la CNT EP. Asegurando el funcionamiento óptimo del servicio de voz y datos proporcionado por la empresa en el sector. Cumpliendo con el objetivo principal propuesto al comienzo del trabajo que es mejorar la calidad del servicio de los clientes actuales, así como garantizar la prestación de un servicio eficiente a los futuros clientes.

PALABRAS CLAVES: TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, TELECOMUNICACIONES, REDES DE TELECOMUNICACIONES FIJAS, VDSL (TECNOLOGIA), FIBRA ÓPTICA, ATENUACIÓN, RESISTENCIA DE BUCLE, SNR (PARÁMETRO)



SUMMARY

This research work details the design and implementation of a Fiber Optic Access Network using VDSL/FTTX Technology, to improve telecommunications services, in Corporación Nacional de Telecomunicaciones Public Company in Guano. As a first point, an analysis of the state of the art of FTTX networks using VDSL technology from its beginnings to the present was carried out. The work took place in three main phases: data collection, data analysis and network implementation. Measurements of electrical parameters were carried out on 427 telephone networks in different sectors of Guano canton, which made it possible to determine the location of the sector with the greatest service deficiency, where the fiber-optic access network was implemented using VDSL / FTTC technology to improve customer telecommunication services. The design, simulation and implementation of the network was carried out, in accordance with the regulations for the design of an external plant with external access platforms for network deployment with VDSL / FTTC technology, of Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP., in the sector of Cisne in Guano canton. Finally new measurements of the electrical parameters in the new implemented network were taken, to verify the operation. Evidencing that the Fiber Optic Access Network using VDSL / FTTC technology implemented, meets all the requirements requested by the CNT EP.

Ensuring the optimal operation of the voice and data service provided by the company in the sector. And thus fulfill the main objective proposed at the beginning of the work; this is to improve the quality of service of current customers, as well as to assure the provision of an efficient service to future customers.

Key Words: TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCES, TELECOMMUNICATIONS, FIXED TELECOMMUNICATIONS NETWORKS, VDSL (TECHNOLOGY), FIBER OPTIC, ATTENUATION, LOOP RESISTANCE, SNR (PARAMETER)



CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. Introducción

El desarrollo del trabajo investigativo se encuentra orientado al análisis de los requerimientos de los clientes de servicio de telecomunicaciones en cuanto se refiere a voz y datos en redes telefónicas fijas. Tomando como objetivo principal la reutilización de una red telefónica en funcionamiento, pretendiendo implementar tecnología VDSL/FTTX para mejorar los servicios de Telecomunicaciones de los clientes del sector. Mediante la toma de mediciones en 427 redes telefónicas en diferentes sectores del cantón Guano de los principales parámetros eléctricos (resistencia de bucle, atenuación y señal ruido) y un análisis exhaustivo se identificará el sector en el cual se realizará el Diseño e Implementación de una Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/FTTX para mejorar los servicios de Telecomunicaciones, de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública.

Finalmente se procedió con nuevas mediciones de los parámetros eléctricos en la nueva red implementada, para verificar el funcionamiento. Evidenciando que la Red de Acceso de Fibra Óptica utilizando tecnología VDSL / FTTC implementada, cumple con todos los requisitos solicitados por la CNT EP. Asegurando el funcionamiento óptimo del servicio de voz y datos proporcionado por la empresa en el sector

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. *Situación problemática*

En la actualidad las telecomunicaciones se inclinan a la integración de todo tipo de servicios en una sola infraestructura de red. Estas redes deben ofrecer un nivel de calidad de servicio,

capacidad, fiabilidad y seguridad equivalente al de las redes telefónicas públicas conmutadas. Para darle solución al desarrollo de estas redes, han aparecido en el mercado numerosos equipos, técnicas, tecnologías y protocolos que permiten la creación de modelos de redes capaces de cubrir dichas necesidades. Estos modelos son conocidos como modelos de Red de Próxima Generación NGN (Next Generation Networks) (Álvarez, Campana, Berrocal, y González, 2009).

En los sectores residenciales la composición de cables de fibra óptica alimentando a las unidades ópticas de red con la conexión final a través de la red telefónica de cobre es una opción para lograr altas velocidades de transmisión de datos. Dentro de una red NGN un componente clave en los nodos de distribución se encuentra los armarios inteligentes, que proporcionan el servicio de Voz sobre IP (VoIP) y servicios de banda ancha, integra las plataformas de tecnología DSLAM (Multiplexor de Línea de Acceso de Abonado Digital) (Valarezo, 2013).

Los armarios contienen los equipos DSLAM que se necesita para dar el servicio con tecnología VDSL (Very high-bit-rate Digital Subscriber Line). Esto permite el aprovisionamiento de los servicios de voz y de banda ancha a los usuarios, además estos dispositivos permiten utilizar gran parte de los elementos de la red telefónica actual. En este escenario el objetivo es dar cobertura a los usuarios que no poseen acceso a los servicios de voz y datos (Valarezo, 2013).

El punto clave tecnológico y de diseño de VDSL es aumentar el espectro de frecuencias al generar un ancho de banda de hasta 52 Mbps, (más de 5 veces ADSL), lo cual supone que la integración de servicios de banda ancha pueden ser distribuidos por una red VDSL. VDSL es la tecnología suficiente para proveer servicios antes de FTTH. Se espera que en un futuro, sea el que esté instalado en la mayoría de redes metropolitanas, hecho que no ha sucedido aun por costos de instalación, y por falta de popularización de la mayoría de servicios (Valarezo, 2013).

Una instalación telefónica consiste de un par de cables de cobre que la compañía telefónica instala en el hogar. Estos cables tienen suficiente ancho de banda para transportar data en adición de conversaciones de voz, pero dado que las conversaciones de voz consumen sólo una pequeña porción de la capacidad disponible de los cables, entonces VDSL explota esta capacidad restante para transportar información, sin deshabilitar la capacidad de transportar las conversaciones (Sigüencia & Villacreses, 2011).

Los servicios estándar limitan las frecuencias que los switches, los teléfonos y otros equipos pueden transportar. La voz humana puede ser transportada en un ancho de banda de 4Khz, y dado que los cables pueden transportar frecuencias de varios MHz, lo equipos modernos que envían señales digitales, pueden usar mucho más que la capacidad de la línea telefónica.

Entonces, este es el punto clave de VDSL, que utiliza dos piezas de equipamiento, una del lado del usuario, otra del proveedor (Sigüencia & Villacreses, 2011).

Buscando atender los nuevos requerimientos de los clientes en cuanto a servicios de voz y datos. Se pretende reutilizar las redes telefónicas existentes con el fin de generar reducción de costos operativos, aumentar su competitividad, mejorar la calidad de servicio de los clientes y extender su escalabilidad.

En el cantón Guano en la actualidad la población cuenta con una Red Telefónica que provee servicio de voz y datos limitados en algunos sectores y en otros solo servicio de voz, por lo cual se ha tomado esta problemática para realizar el mejoramiento de la Red Telefónica incluyendo nuevos servicios de última generación que servirán para el desarrollo de este sector de Provincia de Chimborazo.

Por todo lo que antecede y la importancia del tema, se direcciona la presente investigación para el Diseño e Implementación de una Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/FTTX, para mejorar los servicios de Telecomunicaciones, de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública en Guano.

1.2.2. *Formulación del problema*

- ¿Los servicios de Telecomunicaciones mejoraran con el diseño e implementación de una Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/FTTX, en Guano?

1.2.3. *Preguntas directrices o específicas de la investigación*

- ¿Qué tipo de Redes de telefónicas se utiliza para mejorar el acceso a los servicios de Telecomunicaciones en la actualidad?
- ¿Cuáles son los principales parámetros de calidad para el buen funcionamiento de las redes de Accesos que dotan servicios de Telecomunicaciones?
- ¿Debido a qué factores los servicios de Telecomunicaciones del cantón Guano son limitados?
- ¿En qué sector del cantón Guano servicios de Telecomunicaciones son inconsistentes?
- ¿Qué nuevos servicios ofrece la Red de Acceso con Tecnología VDSL/FTTX?

1.3. Justificación de la investigación

En la actualidad las redes y sistemas de telecomunicación se enfrentan a la necesidad de proporcionar acceso con velocidades cada vez más elevadas a un mayor número de usuarios. Con el aumento de tráfico de Internet, la distribución de programas y videojuegos en línea, con el aumento de la complejidad en los contenidos de las páginas web, con la comercialización de contenidos audiovisuales y contenidos en línea adicionales, y con la introducción de la alta definición en los servicios, determinando una sociedad cada vez más interconectada.

Las actuales condiciones del mercado en cuanto a la competencia y desarrollo de nuevas tecnologías impulsan a la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública a mantener su liderazgo en el mercado de las telecomunicaciones de acuerdo a la demanda que se va determinando según necesidades que se crean, es por esto, es necesario la creación de Redes de Acceso que se ajusten a la evolución de nuevas tecnologías y que se enmarquen a los objetivos corporativos como empresa pública.

Contribuyendo con las políticas y los lineamientos estratégicos del Plan Nacional para el Buen Vivir, es responsabilidad ayudar al desarrollo de nuestro país y por ende a la comunidad de tal manera que pueda llevar a la población más alejada a la par con el avance de la tecnología, el gran desarrollo experimentado hoy en día de nuevas ciencias aplicadas permite que se puedan realizar estos proyectos con gran factibilidad para que suplan este tipo de necesidades.

Es por esto que el estudio de VDSL ha sido de interés como nuevo estándar que puede proveer hasta 52Mbps al usar la misma infraestructura cableada telefónica, lo que hace que su implementación no sea excesivamente cara. De tal forma, la tarifa para los usuarios no sea exageradamente alta, razón por la cual este estándar de la familia XDSL adquiere tanta importancia a nivel mundial, dado que compañías telefónicas internacionales como TELEFÓNICA, actualmente provee estos servicios de banda ancha al usar VDSL. Antes de que se entre a la era de fibra óptica cableada hasta el hogar, VDSL puede ser la solución por el momento, antes de este inminente salto en la infraestructura tanto telefónica como de datos y video.

En el cantón Guano provincia de Chimborazo, la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública, en la actualidad posee una Red Telefónica de cobre, la cual se encuentra en su máxima capacidad y al ser una red antigua no permite ofrecer un servicio de datos con mejor

ancho de banda debido a los altos niveles de resistencia del bucle de abonados actuales. Requiriéndose la necesidad de dotar de un servicio con mayor tecnología que solucione los inconvenientes en entrega de servicios y funcionamiento de los mismos para satisfacer y mejorar la demanda de servicios.

Actualmente en el cantón Guano la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública CNT EP., posee una Central Telefónica, la cual provee los servicios de telefonía fija e internet a 1798 usuarios, sectorizados en 6 distritos específicamente como muestra la Tabla 1-1 y la Figura 1-1.

Tabla 1-1 Usuarios telefonía fija e internet Central Telefónica Guano.

SECTORES	DISTRITOS	USUARIOS	DIRECCIÓN
Sector 1	Distrito 1	503	LEON HIDALGO Y JUAN MONTALVO
Sector 2	Distrito 2	306	COLON Y GARCIA MORENO
Sector 3	Distrito 3	328	GARCIA MORENO Y ELENPATA
Sector 4	Distrito 4	205	GARCIA MORENO FRENTE 1649
Sector 5	Distrito 5	224	CASIQUE TOCA 301 Y ASUNCION
Sector 6	Distrito 6	232	LANGOS PANAMERICANA 3001 Y VIA A RBB
TOTAL		1798	

Fuente: Sistema Open Flexis CNT EP., 2018

Elaborado por: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

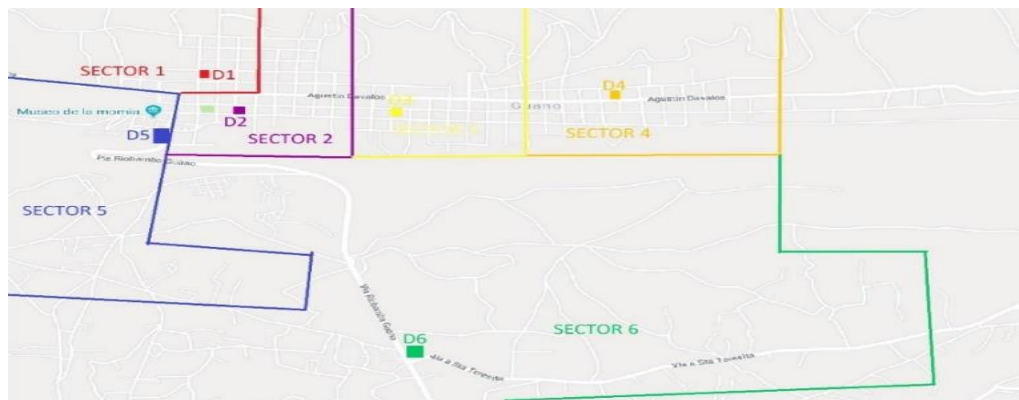


Figura 1-1 Sectorización de Distritos Central Guano.

Fuente: (Sistema Open Flexis CNT EP., 2018).

El presente proyecto está enmarcado a cubrir las necesidades del sector en el cual se evidencie mayor limitación al acceso a los servicios de telefonía fija e internet, debido a que la red de cobre actual de algunos sectores no permite abastecer la demanda existente y del mismo modo entregar un servicio de óptima calidad. Por lo tanto se desarrollará mediciones y mediante el análisis de los principales parámetros eléctricos que son: resistencia de bucle, aislamiento, longitud de la línea, balance longitudinal, voltajes de AC y DC, relación señal a ruido, en los diferentes distritos de la Central Telefónica del cantón Guano.

La migración de los clientes a la Red de Acceso de Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/FTTX permitirá reducir la distancia y resistencia de Bucle de Abonado, mejorando la velocidad del servicio de internet y ofreciendo de una alta capacidad de carga o descarga a los usuarios de la red. Por lo tanto es de vital importancia el diseño e implementación de una Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/FTTX, en Guano.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

- Diseñar e Implementar de una Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/FTTX, para mejorar los servicios de telecomunicaciones, en la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública en Guano.

1.4.2. Objetivos específicos

- Analizar la situación actual de la red de cobre en el cantón Guano para determinar los problemas que se producen en la transmisión de información.
- Determinar el estándar FTTX adecuado para diseñar una Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL, según las necesidades del sector.
- Implementar una red que proporcione los parámetros de transmisión óptimos para el buen desempeño con el objetivo de que, en un futuro puedan funcionar sobre una única infraestructura todos los servicios de Telecomunicaciones.
- Comparar la calidad de servicio entre un red telefónica de cobre y la red de Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/FTTX.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general.

El Diseño e Implementación de una Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/FTTX, de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública en Guano, optimizara los recursos de la red existente para la mejora de servicios a los usuarios.

1.6. Identificación de las variables

1.6.1. *Variable independiente*

Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/ FTTX

1.6.2. *Variable dependiente*

Mejora de la calidad del servicio de la infraestructura existente de Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

Actualmente en el cantón Guano provincia de Chimborazo, la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública, posee una Red Telefónica de cobre, la cual se encuentra en su máxima capacidad y al ser una red antigua no permite ofrecer un servicio de datos debido a los altos niveles de resistencia del bucle de abonados actuales.

Requiriéndose la necesidad de dotar de un servicio con mayor tecnología que solucione los inconvenientes en entrega de servicios y funcionamiento de los mismos para satisfacer y mejorar la demanda de servicios de los usuarios de este sector. Para realizar el proyecto se usa como referencia los estudios anteriormente desarrollados sobre temas afines a la propuesta que respaldan la investigación. Entre estos trabajos se tienen los siguientes:

- Tesis de titulación: “Red de acceso con Fibra Óptica mediante Tecnología FTTX para optimizar espacios y servicios en la Corporación nacional de Telecomunicaciones EP. (Empresa Pública)” (Oviedo, 2011), concluye que “Debido al avance de las telecomunicaciones a nivel mundial y nacional han surgido nuevas tecnologías capaces de proveer a los usuarios nuevos y mejores servicios, siendo las redes FTTX una buena alternativa para acceder a aplicaciones que requieren banda ancha utilizando el cableado de cobre existente, esto gracias a VDSL que también es de última generación.”
- Tesis de titulación: “Estudio para la implementación de armarios inteligentes en la red telefónica de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P. del cantón Azogues para brindar servicio triple play” (Sigüencia & Villacreses, 2011). Este estudio analiza los aspectos técnicos para la instalación de los armarios inteligentes en puntos estratégicos en los diferentes sectores del cantón Azogues, evidenciando la factibilidad de implantación de la tecnología VDSL/ FTTX.

- Tesis de titulación: “Despliegue de las técnicas VDSL2. Evaluación preliminar” (Valarezo, 2013). En este estudio analiza la tecnología VDSL su arquitectura física y lógica, esquemas de las diferentes Redes que pueden trabajar con esta tecnología.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Sistemas de Telecomunicaciones*

La finalidad de un sistema básico de telecomunicaciones es comunicar dos o más usuarios, permitiendo la transferencia de la información entre ellos. Existen algunos tipos de redes de telecomunicaciones, tanto públicas como privadas. A nivel del mundo la telefonía pública consiste en una de las mayores redes de telecomunicaciones. Durante los últimos años se han producido avances significativos en la oferta de servicios de acceso a Internet, con un crecimiento sostenido de los accesos mediante ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) y redes de cable (Álvarez et al., 2009) .

En general, las tecnologías de acceso de banda ancha han experimentado un aumento importante de prestaciones en los últimos años, consiguiendo que se puedan ofrecer todo tipo de servicios, incluso los más exigentes. Las principales tecnologías de acceso, considerando tanto sus características técnicas de prestaciones y escalabilidad, como su adecuación a los servicios de telecomunicación. Siendo el objetivo principal la convergencia de redes, en un contexto en el que los operadores buscan ofrecer paquetes de servicios cada vez más completos, por ejemplo telefonía, televisión e Internet (triple play), con el objeto de mejorar su posición competitiva y captar nuevos clientes (Álvarez et al., 2009) .

2.2.2. *Elementos de un Sistema de Comunicación.*

2.2.2.1. *Transmisor*

Realiza la adaptación entre la señal mensaje de entrada y el canal. El procesamiento de la señal realizada por el transmisor incluye amplificación, filtrado y modulación. La más importante de estas es la modulación, un proceso diseñado para adaptar las propiedades de la señal transmitida a las del canal por medio del uso de una onda portadora. La modulación es la variación sistemática de algún parámetro de una onda portadora, tal como la amplitud fase o frecuencia, de acuerdo con una función de la señal mensaje (Oviedo, 2011).

2.2.2.2. *Canal de transmisión*

Es el enlace eléctrico entre el transmisor y el receptor. Puede ser un par de conductores, un cable coaxial, una onda de radio o una fibra óptica. Sin importar el tipo, todos los medios se caracterizan por la atenuación. La disminución progresiva de la potencia de la señal conforme aumenta la distancia (Oviedo, 2011).

2.2.2.3. *Receptor*

La función del mismo es extraer del canal la señal deseada y entregarla al transductor de salida. Como las señales son frecuencias muy débiles, el receptor debe tener varias etapas de amplificación. En todo caso la operación clave que ejecuta el receptor es la demodulación, con lo cual vuelve la señal a su forma original (Oviedo, 2011).

2.2.2.4. *Distorsión*

Es la alteración de la señal debida a la respuesta imperfecta del sistema a ella misma. A diferencia del ruido y la interferencia, la distorsión desaparece cuando la señal deja de aplicarse. El diseño de sistemas óptimos o redes de compensación reduce la distorsión. En teoría es posible lograr una compensación perfecta. En la práctica puede permitirse cierta distorsión, aunque su magnitud debe estar dentro de límites tolerables (Oviedo, 2011).

2.2.2.5. *Interferencia*

Es la contaminación por señales extrañas, generalmente artificiales y de forma similar a las de la señal. El problema es prácticamente común en emisiones de radio, donde pueden ser captadas dos o más señales simultáneamente por el receptor.

La solución al problema de interferencia es obvia: eliminar en una u otra forma la señal interferente o su fuente. En este caso es posible una solución perfecta, si bien no siempre práctica (Oviedo, 2011).

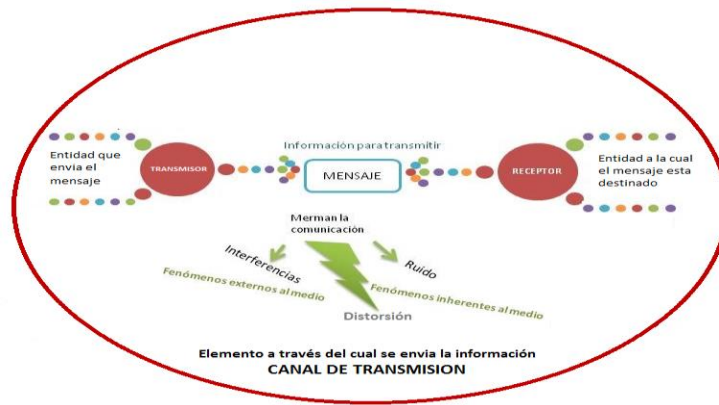


Figura 2-1 Elementos de un Sistema de Comunicación

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

2.2.3. VDSL Very High Speed Digital Subscriber Line

Very High Speed Digital Subscriber Line o llamada también línea de abonado digital de muy alta tasa de transferencia, representa el último estándar tecnológico para la familia xDSL, al implementar la tecnología anterior ADSL, en muchos aspectos como ancho de banda, simetría y capacidad de proveer los servicios avanzados de última generación, los cuales incluyen data, video y voz (Alvarado, 2007).

El punto clave tecnológico y de diseño de VDSL es aumentar el espectro de frecuencias al generar un ancho de banda de hasta 52 Mbps, (más de 5 veces ADSL), lo cual supone que la integración de servicios de banda ancha pueden ser distribuidos por una red VDSL, sin problema alguno VDSL ha sido creado para proveer el enlace final entre una red de fibra óptica y una red de cobre, en VDSL el medio físico utilizado es autónomo. Una de las ventajas es utilizar la infraestructura existente de cableado local (Alvarado, 2007).



Figura 2-2 Arquitectura VDSL.

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019

Las llamadas redes de fibra FTTx (fiber-to-the, Fibra hasta), donde se llega con fibra a lugares cercanos al usuario final, pueden ser de diferente tipo, entre ellas tenemos:

- FTTCab (hasta el gabinete)
- FTTB (hasta el edificio)
- FTTC (hasta la acera) (Sigüencia & Villacreses, 2011).

VDSL es la tecnología utilizadas por FTTCab, FTTB y FTTC, la cual permite la transferencia de datos a velocidades altas, sobre distancias cortas mediante pares trenzados de líneas de cobre con un rango de velocidad que depende principalmente de la longitud de la línea. La velocidad máxima de transmisión de la red telefónica al cliente está entre 51 y 55 Mbps sobre líneas de 0.3 Km de longitud. Las velocidades del cliente a la red van a ser también, mayores que en ADSL. VDSL opera en modo simétrico así como también en el asimétrico.

La Tabla 2-1 muestra las velocidades típicas de VDSL en función de la extensión de la línea, para los modos de funcionamiento simétrico y asimétrico (Sigüencia & Villacreses, 2011).

Tabla 2-1 Velocidades típicas de VDSL en función de la longitud de la línea.

Distancia (metros)	Velocidad de datos en sentido descendente (Mbps)	Velocidad de datos en sentido ascendente (Mbps)
300	52	6.4
300	26	26
1000	26	3.2
1000	13	13
1500	13	1.6

Fuente: (Sigüencia & Villacreses, 2011)

2.2.3.1. Características de VDSL.

Desde el punto de vista tecnológico, la sucesora del ADSL se considera al VDSL. En sentido descendente ADSL suministra transporte de datos de varios Mbps, mientras que en sentido ascendente facilita cerca de 1 Mbps. Mientras que VDSL puede transportar datos de video y de otros tipos de tráfico a velocidades de hasta 58 Mbps, las velocidades que ofrece el VDSL son de cinco a diez veces superiores a ADSL. Adicionalmente, al instalarse de forma simétrica o asimétrica, se adecúa mejor a las exigencias del mercado (Blanco, 2010).

En el ambiente de agencias, VDSL puede satisfacer: la demanda creciente de acceso de datos más rápido, las llamadas de videoconferencia de gran calidad entre varias localidades. Entre las aplicaciones comerciales típicas que VDSL puede soportar, se encuentran la interconexión de

VPN y LAN. VDSL será suministrada a menudo desde un gabinete situado en la calle equipado con una fibra óptica conectada a la red backbone por motivo de las restricciones de distancia. Esta topología, es la FTTCab y se muestra en la Figura 4-2 (Blanco, 2010).

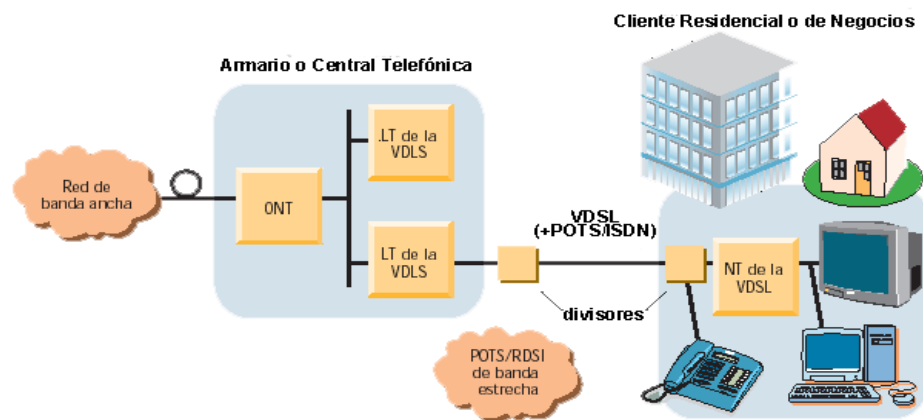


Figura 2-3 Topología VDSL.
Fuente: (Blanco, 2010)

VDSL puede ofrecerse desde una central telefónica para dar servicios a los abonados situados en la proximidad inmediata de la central, topología FTTE_x (fibra-hasta-la-central), otra topología posible es utilizar VDSL para la transmisión de datos y multi-video en bloques de apartamentos con una ONT (Terminación de Red Óptica) en el subterráneo, dando servicio a los departamentos individuales sobre los cables telefónicos existentes (Blanco, 2010).

VDSL se han propuesto dos códigos de línea principal: modulación DMT y modulación QAM/CAP. El TM6 del ETSI y el Comité T1E1.4 del ANSI han adoptado ambos códigos de línea para los estándares de VDSL, se ha seleccionado FDD (Duplexación por División de Frecuencia) como técnica de duplexación por parte del ETSI, ANSI y de la UIT (Blanco, 2010).

Para lograr máximas velocidades sobre líneas telefónicas, la anchura de banda de la comunicación tiene que superar más allá de los 1.1 MHz ocupados por ADSL, usando el mayor espectro de frecuencia disponible sobre el par de cobre por encima de las frecuencias usadas por los servicios POTS y RDSI, los sistemas VDSL utiliza un espectro de hasta 30 MHz, aunque en la actualidad sólo se ha especificado el plan de frecuencias hasta 12 MHz. La asignación actual del espectro varía en dependencia de la velocidad de la línea (Blanco, 2010).

La Figura 2-4 muestra un ejemplo de asignación de espectro con velocidades en sentido descendente de 25.92 Mbps y en sentido ascendente de 3.24 Mbps (Blanco, 2010).

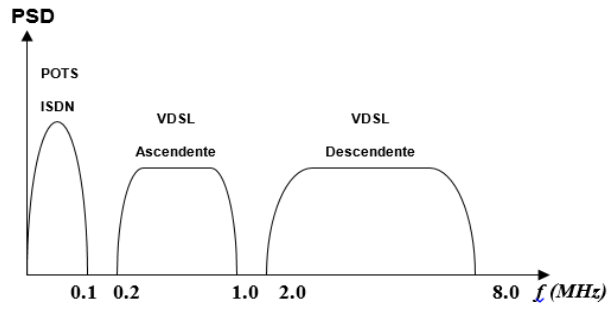


Figura 2-4 Asignación del espectro en VDSL asimétrico.
Fuente: (Blanco, 2010)

2.2.3.2. VDSL Asimétrico

VDSL ha sido creada para el transporte al usuario de servicios de banda ancha asimétricos, incluyendo difusión digital de TV, telemedicina, acceso a Internet de alta velocidad, aprendizaje a distancia, video bajo demanda (VoD), entre otros. El envío de estos servicios requiere que el canal de bajada posea mayor ancho de banda que el canal de subida por lo que es asimétrico (Blanco, 2010).

Las Tablas 2-2 y 2-3 muestran las velocidades de línea establecidas en la especificación ANSI T1/E1.4. Las velocidades en sentido descendente son submúltiplos de la velocidad básica de los sistemas SONET y SDH de 155.52 Mbps, ellas son: 51.84, 25.92 y 12.96 Mbps, la distancia sobre la que pueden utilizarse tales velocidades está restringida debido a limitaciones físicas, principalmente la elevada atenuación con la frecuencia de los pares trenzados. Generalmente, VDSL funcionará en líneas de longitud inferior a 1.5 Km (Blanco, 2010).

Tabla 2-2 Velocidades VDSL en configuración asimétrica en sentido descendente (ANSI T1/E1.4).

Distancia típica del Servicio	Velocidad de bit (Mbps)	Distancia típica del Servicio	Velocidad de bit (Mbps)
Corta Distancia 300 m	51.84	Larga Distancia 1350 m	12.96
	38.88		9.72
	29.16		6.48
	25.92		
Media Distancia 1000 m	25.92		
	22.68		
	19.44		
	19.44		
	16.20		
	14.58		
	12.96		

Fuente:(Blanco, 2010)

Tabla 2-3 Velocidades VDSL en configuración simétrica en sentido ascendente (ANSI T1/E1.4).

Distancia típica del Servicio	Velocidad de bit (Mbps)
Corta Distancia 300 m	6.48
	4.86
	3.24
Media Distancia 1000 m	3.24
	2.43
	1.62
Larga Distancia 1350 m	3.24
	2.43
	1.62

Fuente: (Blanco, 2010)

2.2.3.3. VDSL Simétrico

VDSL ha sido creado para proveer servicios simétricos para clientes de negocios pequeños y medianos, aplicaciones de datos de alta velocidad, aplicaciones de video de teleconferencia y tele consulta, entre otras. El VDSL simétrico puede ser utilizado para proveer circuitos nxT1 de corto alcance. La Tabla 5-2 muestra las velocidades de línea establecidas en la especificación ANSI T1/E1.4 para servicios simétricos. Aunque ANSI no especifica la distancia y velocidades para servicios simétricos de alto rango, se soportan lazos desde 900 m a 3000 m a velocidades desde 6 Mbps a 15 Mbps (Blanco, 2010).

Tabla 2-4 Velocidades típicas de VDSL en configuración simétrica (ANSI T1/E1.4).

Distancia Típica del Servicio	Velocidad de bit (Mbps)
Corta Distancia 300 m	25.92
	19.44
Media Distancia 1000 m	12.96
	9.72
	6.48

Fuente: (Blanco, 2010)

La tecnología VDSL basada en equipos de arquitectura de banda ancha satisface la demanda de mayor ancho de banda para el transporte de servicios, lo cual puede simultáneamente proporcionar un acceso a Internet más rápido, video interactivo y mayor velocidad para los servicios de comunicación de voz y datos (Vega, 2002).

2.2.3.4. Conjunto de servicios basados en VDSL

La tecnología VDSL brinda una variedad de servicios simultáneos, dando la oportunidad a los proveedores de servicios de ofrecer nuevos servicios multimedia y aumentar sus subscriptores. Estos, que actualmente ofrecen servicios de telefonía y datos podrán ampliar sus negocios ofreciendo servicios completos y un host de aplicaciones de video como muestra la Tabla 6-2 permitiéndoles competir con los operadores de cable (Sigüencia & Villacreses, 2011).

Tabla 2-5 Aplicaciones VDSL

Servicios completos	Multimedia Real	Acceso a Internet de alta velocidad
Video bajo demanda	TV digital de difusión	Aprendizaje a distancia
Telemedicina	Video interactivo	Video conferencia
HDTV	Comercio electrónico	Publicación electrónica
	Video juegos	Karaoke bajo demanda

Fuente: (Sigüencia & Villacreses, 2011).

2.2.3.5. Internet de alta velocidad

Suministrar acceso a Internet de alta velocidad, es de fundamental importancia para los usuarios residenciales, negocios medianos, etc. VDSL tiene la capacidad para resistir las aplicaciones actuales y futuras. Con el incremento de Internet, ha aumentado el backbone ATM (Modo de Transferencia Asíncrona). La combinación de VDSL y ATM proveerá los servicios Internet de hoy y una arquitectura que soportará las aplicaciones emergentes del mañana (Sigüencia & Villacreses, 2011).

2.2.3.6. Servicios de telefonía

VDSL resiste el servicio POTS y además de esta funcionalidad ofrece otras adicionales, como el envío de canales voz sobre el mismo par de cobre. Las tecnologías voz sobre IP (VoIP), voz telefónica sobre ATM (VToA) y el servicio de emulación de lazo local (LES) proveen servicios de telefonía de calidad estándar sobre una red digital. Debido al hecho de que ATM puede transportar comunicaciones basadas en IP, ATM over VDSL soportará tales estándares de telefonía digital. El mayor ancho de banda provisto por VDSL proporcionará un mayor envío de canales de voz que VoDSL, donde el ancho de banda constituye también una limitante (Blanco, 2010).

2.2.4. Red Telefónica Básica (RTB)

Se define la RTB como los conjuntos de elementos constituido por todos los medios de transmisión y conmutación necesarios que permite enlazar a voluntad dos equipos terminales mediante un circuito físico que se establece específicamente para la comunicación y que desaparece una vez que se ha completado la misma. Se trata por tanto, de una red de telecomunicaciones conmutada (Haros, 2011).

2.2.4.1. Elementos de una Red Telefónica Básica

Básicamente la red de telefonía básica está conformada por tres grandes módulos:

- Módulo de Acceso
- Módulo de Conmutación
- Módulo Troncal (Haros, 2011)

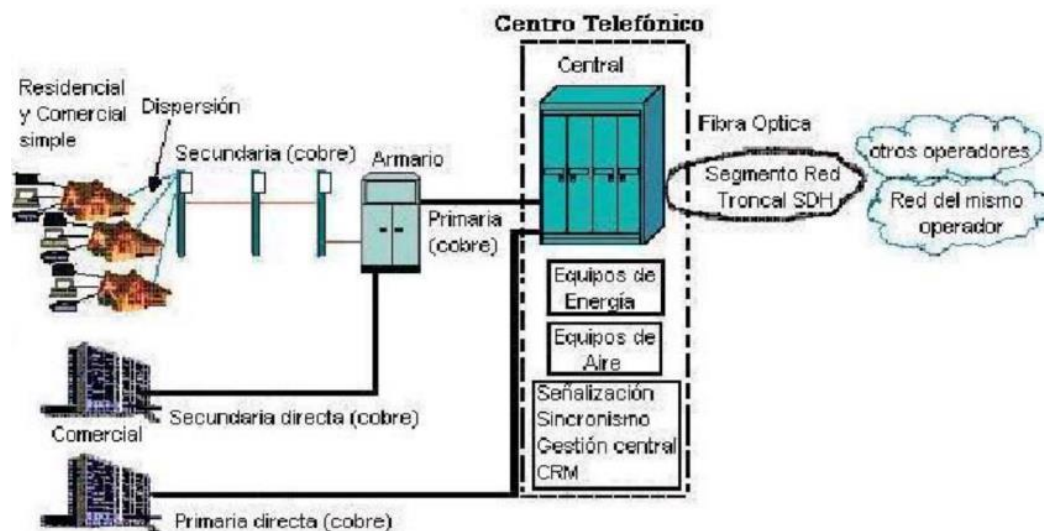


Figura 2-5 Elementos de una Red Telefónica Básica

Fuente: <https://es.slideshare.net/chris10rz/red-telefonica-de-conmutacin-pblica-pstn-15304430>

Módulo de Acceso está integrado por segmentos de red en cable de cobre o de fibra óptica:

- Segmento de Red Primaria
- Segmento de Red Secundaria
- Segmento de Dispersión (Haros, 2011)

Módulo de Conmutación puede estar integrado por una sola central telefónica de conmutación o por más de una. La configuración mínima de red permite la interconexión con las demás redes telefónicas adyacentes y/o complementarias. Este módulo está integrado por: (Haros, 2011).

- Etapa de abonado
- Matriz de Conmutación
- Etapa Troncal
- Procesamiento y control
- Señalización
- Sincronismo
- Gestión (Haros, 2011)

Al Módulo Troncal pertenecen todos los equipos e infraestructura necesarios para la conexión entre las diferentes centrales telefónicas de conmutación, cuando hay más de una central en la red, y para la interconexión de la red con las demás redes telefónicas adyacentes y/o complementarias, mediante fibra óptica con tecnología SDH (Synchronous Digital Hierarchy) (Haros, 2011).

2.2.5. Fibra Óptica

La fibra óptica es un medio guiado para transmitir información en forma de luz (visible o infrarroja), muy utilizada en la actualidad por las ventajas que ofrece en relación a otros medios como: el par trenzado, cable coaxial, aire, etc. (Prieto, 2014).

Las ventanas típicas en las que opera la fibra óptica son los 850, 1310 y 1550 nm de longitud de onda correspondiente a la luz infrarroja, sin que esto signifique que en la fibra óptica no opere la luz visible, la cual, tendrá una mayor atenuación que el infrarrojo (Prieto, 2014).

En el transmisor se necesita un conversor electro-óptico para pasar señales eléctricas a señales luminosas, mientras que en el receptor se necesitará un conversor óptico-eléctrico que transforma las señales ópticas a eléctricas (Prieto, 2014).

2.2.5.1. Ventajas de la Fibra Óptica.

Entre las ventajas que tiene la fibra óptica se citan las siguientes:

- Permite altas velocidades de transmisión por el gran ancho de banda que soporta.

- Son inmunes a la diafonía (crosstalk), en pares de cobre se presenta acoplamiento magnético entre conductores, la fibra óptica está construida de plástico o vidrio, es decir, no son conductores y eliminan este problema.
- Son inmunes a la interferencia por estática, es decir son inmunes al ruido causado por motores eléctricos, rayos, luces fluorescentes, etc.
- No generan ruido electromagnético debido a que como se dijo anteriormente las fibras están construidas con materiales no conductores y por lo tanto no radian energía.
- Las fibras eléctricas no transmiten señales eléctricas sino luz, por esta razón son más seguras que los medios que transportan señales eléctricas en ambientes con presencia de gases o líquidos volátiles.
- Se puede decir que el costo por metro de fibra óptica, en la actualidad, es aproximadamente igual al cobre. Los sistemas de fibra óptica tienen menor atenuación, lo que representa un menor número de equipos repetidores y amplificadores, razón por la que se reduce costos en este sentido (Prieto, 2014).

2.2.5.2. *Desventajas de la Fibra Óptica.*

- Los equipos de interconexión de fibra son costosos, para que la instalación sea útil, la transformación de las señales eléctricas en luz requerirán de conversores opto-eléctricos, además de otros equipos como multiplexores y de demultiplexores.
- Tienen menor resistencia a la tensión mecánica que otros medios de transmisión como el cable coaxial. Esto puede solucionarse con recubrimientos en la fibra con chaquetas protectoras de PVC o Kevlar normal (polímero altamente cristalino).
- Es más difícil así como costosa la reparación y empalme de la fibra óptica en relación al cobre (Prieto, 2014).

2.2.5.3. *Refracción, índice de refracción y Ley de Snell*

En fibra óptica, uno de los fenómenos físicos más importantes relacionados con la propagación de ondas electromagnéticas, es la refracción de la luz. Un rayo de luz o en general una onda electromagnética se refracta cuando pasa de un material a otro, más concretamente cuando se propaga desde un material con cierta densidad a otro con distinta densidad. La refracción implica que una onda cambie de velocidad y dirección en el límite de los dos materiales. Para que exista refracción la onda incidente debe llegar en forma oblicua a la superficie de separación de los dos medios (González & Vega, 2009).

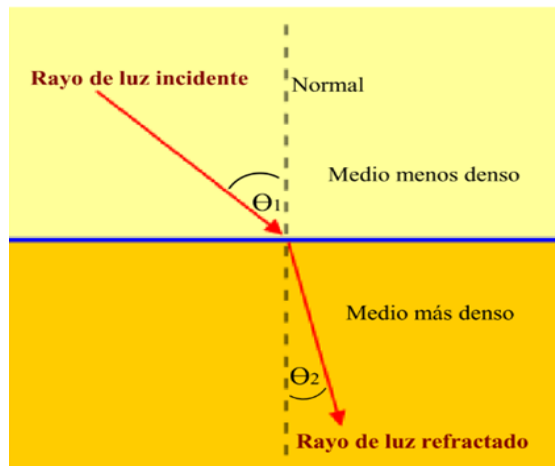


Figura 2-6 Refracción de un rayo de luz.
Fuente: (González y Vega, 2009).

En la Figura 2-6., se visualiza la refracción de la luz, cuando un rayo pasa de un medio menos denso a uno más denso, se puede observar como el rayo refractado es desviado hacia la normal ($\theta_1 > \theta_2$). Por el contrario, si un rayo pasa de un medio más denso a uno menos denso, el rayo refractado se desvía con un mayor ángulo en relación con la normal ($\theta_1 < \theta_2$) (González y Vega, 2009).

La cuantificación de la desviación o refracción en el límite de dos materiales de diferente densidad se puede determinar, y depende del índice de refracción (n) propio de cada medio o material (González y Vega, 2009).

El índice de refracción está dado por la siguiente ecuación:

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

Fuente: (González & Vega, 2009)

Donde:

- c : es la velocidad de la luz en el espacio libre ($3 \cdot 10^8$ m/s)
- v : es la velocidad de la luz en el material.

Con la ayuda de la figura anterior, la Ley de Snell se resume en la siguiente ecuación:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

Fuente: (González & Vega, 2009)

Donde:

n_1 = índice de refracción en el primer material (adimensional)

n_2 = índice de refracción en el segundo material (adimensional)

θ_1 = ángulo de incidencia (grados)

θ_2 = ángulo de refracción (grados) (González & Vega, 2009).

2.2.5.4. *Fibra Monomodo*

Las fibras monomodo poseen un diámetro del núcleo muy estrecho, de manera que solo permiten un modo de transmisión. Poseen una atenuación típica de entre 0,1 dB y 0,4 dB por kilómetro. El núcleo mide entre 8 μm y 10 μm , por lo que requiere un acoplamiento de la luz muy confinado y preciso. Este diámetro tan estrecho causa además, que el haz se propague siguiendo una trayectoria muy paralela al eje de la fibra por lo que se evita el desfase al final de la transmisión y reduce la dispersión causada (Prieto, 2014).

Aunque la dispersión modal no tenga sentido en la fibra monomodo, sí que la tiene por contrario, la dispersión cromática. Al disponer de un ancho de banda tan elevado, existe el problema de que no todas las longitudes de onda llegan al mismo tiempo a su destino, por lo que la dispersión cromática tiene un efecto muy considerable sobre el diseño (Prieto, 2014).

El elevado ancho de banda de este tipo de fibras, junto con sus bajas pérdidas y su dispersión modal inexistente, la convierten en una fibra idónea para enlaces de larga distancia. No obstante a menudo requiere de una minuciosa instalación y mantenimiento, ya que su minúsculo diámetro da lugar a un cono de aceptación sustancialmente menor que el de las fibras multimodo (Prieto, 2014).

No fue hasta que se solucionaron los problemas del acoplo de la señal de luz al núcleo de la fibra óptica mediante lentes esféricas, y habiendo perfeccionado las técnicas de empalme y conectorización de fibras, cuando se comenzó a trabajar con fibras monomodo para así poder eliminar el problema de la dispersión intermodal. Fue este tipo de fibra el que permitió las redes de larga distancia mediante comunicaciones ópticas (Prieto, 2014).

2.2.5.5. *Fibra Multimodo*

En las fibras multimodo se engloban todas aquellas en las cuales el diámetro del núcleo de este tipo de fibras es amplio, por lo que es capaz de propagar varios modos de transmisión simultáneamente. Poseen una atenuación típica de entre 0,3 dB y 1 dB por kilómetro. El núcleo mide en torno a 50 μm ó 62,5 μm , por lo que el acoplamiento de la luz en sus diferentes modos es más sencillo. Debido a esto, es posible utilizar un LED como fuente emisora, así como conectores más sencillos y una instalación y mantenimiento con menos coste que la fibra monomodo (Prieto, 2014).

Las fibras ópticas multimodo pueden construirse de índice de refracción fijo, o bien de índice gradual. Las fibras de índice de refracción fijo o salto de índice, presentan un salto brusco entre el núcleo y el revestimiento que además, es constante en ambos. En las fibras multimodo de índice gradual el núcleo posee un índice que varía decreciendo según el radio desde el eje hacia el exterior (Prieto, 2014).

El hecho de que transmitan varios modos simultáneamente, hace que este tipo de fibras posean una dispersión particular llamada dispersión intermodal. Se produce debido a que los haces de luz recorren distancias diferentes y no llegan a su destino al mismo tiempo (Prieto, 2014).

Dentro de las fibras multimodo, las de índice gradual poseen menos dispersión intermodal ya que los haces de luz describen direcciones onduladas, de manera que los más cercanos al eje recorren menos distancia pero son más lentos. Una dispersión intermodal más baja, permite que éste tipo de fibras admitan distancias de propagación mayores que las de índice escalonado (Prieto, 2014).

Este tipo de fibra inicialmente fue el más utilizado debido a los problemas mecánicos que se presentaban a la hora de trabajar con las fibras monomodo. Estos problemas estaban relacionados con el acoplo de la señal de luz al interior del núcleo de la fibra, con el cortado y empalmado de las fibras, así como con la conectorización de estas (Prieto, 2014).

De ahí, que los primeros sistemas de comunicaciones ópticas empleasen fibras multimodo de salto de índice. Más tarde se desarrollarían las fibras multimodo de índice gradual que paliaron en gran medida el problema de la dispersión intermodal (Prieto, 2014).

2.2.6. Redes FTTx

El desarrollo de la fibra óptica monomodo con su enorme capacidad de transmisión, ha abierto la puerta al despliegue de redes ópticas punto a punto. El uso de la fibra como sustituto del cable de cobre ha permitido aumentar de forma significativa la calidad del servicio (QoS) sin sufrir aumentos relevantes del precio de este, permitiendo de esta manera que cada vez haya más usuarios que adquieran este tipo de servicio.

El acrónimo FTTx es conocido ampliamente como Fiber-to-the-x, donde x puede denotar distintos destinos (Marchukov, 2011).

Los más importantes son:

- FTTN (Fiber-to-the-node): el tramo de fibra termina en una cabina situada en la calle de entre 1,5 a 3 km del usuario.
- FTTC (Fiber-to-the-curb): hasta la acera y la terminación con xDSL hasta la residencia. En este caso la cabina se encuentra más próxima al usuario, a una distancia entre 300 y 600 metros.
- FTTB (Fiber-to-the-building o Fiber-to-the-basement): el proveedor de servicio llega hasta el cuarto de distribución del edificio. A partir de este punto se llega hasta el usuario normalmente utilizando par de cobre.
- FTTH (Fiber-to-the-home): la fibra llega al interior o a la fachada de la vivienda (Marchukov, 2011).

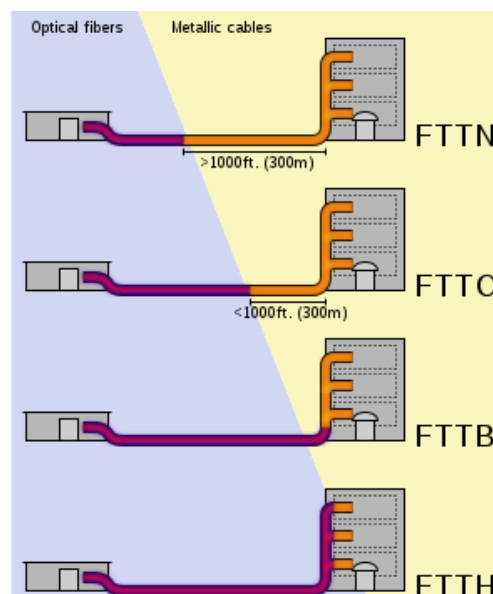


Figura 2-7 Arquitecturas FTTx.
Fuente: (Marchukov, 2011)

2.2.6.1. Red FTTC

Fibra hasta la acera es una arquitectura avanzada de red de fibra/cobre híbrida que ofrece más capacidad de ancho de banda que las redes de cobre tradicionales. La arquitectura híbrida de fibra/cobre utiliza infraestructura de fibra óptica implementada desde el centro de conmutación central hasta la acera y aprovecha el uso de la infraestructura de cobre heredada existente para el suscriptor final (Marchukov, 2011).

El nodo de conexión se encuentra a una distancia inferior a los 300 metros del punto final (la conexión en el domicilio). Al ser el sistema FTTC un sistema en banda base el mecanismo de multiplexado para repartir la información a los usuarios se realiza con técnicas TDM. El multiplexado de la unidad óptica puede realizarse mediante un conmutador ATM que maneja anchos de banda del bucle de abonado cercanos a los 50 Mbits sobre cable de cobre (Marchukov, 2011).

La MDU (Multi-Dwelling Unit) sería en este caso un mini-DSLAM con un puerto GPON hacia la central del operador y puertos VDSL2, en ocasiones también ofrecen puertos RF, E1/T1 o FE/GbE) hacia los usuarios (Marchukov, 2011).

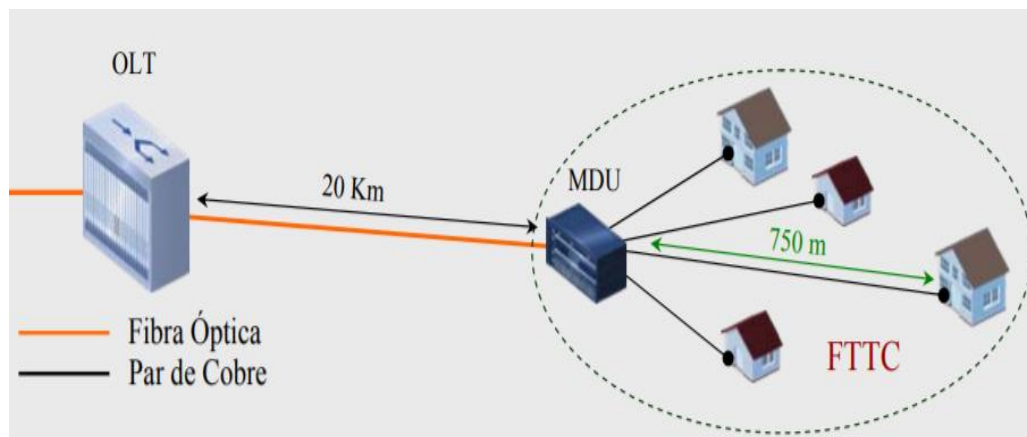


Figura 2-8 Topología FTTC.
Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

2.2.6.2. Red de Acceso FTTC

La red de acceso consta de toda serie de elementos y equipamientos necesarios para realizar la conexión entre el proveedor de servicio y el bucle de abonado. El nodo central es el punto en el cual los proveedores de servicios realizan la interconexión con la red de acceso. La red de acceso local se denomina como “la última milla” o “el bucle local”. La red de acceso puede ser

implementada de distintas maneras, pero la mejor elección es el medio de acceso óptico. Esto es, se considera una de las mejores opciones para el futuro debido al inmejorable rendimiento que ofrece la fibra óptica para las redes FTTC, gran capacidad, pocas pérdidas, etc., (Marchukov, 2011).

Una Red de Planta Externa se encuentra conformada por:

- Red de Dispersión
- Red Secundaria
- Plataforma de Accesos
- Armario de Distribución (Reflejo) según el escenario.
- Fibra Óptica Central local o nodo.(CNT EP, 2015).

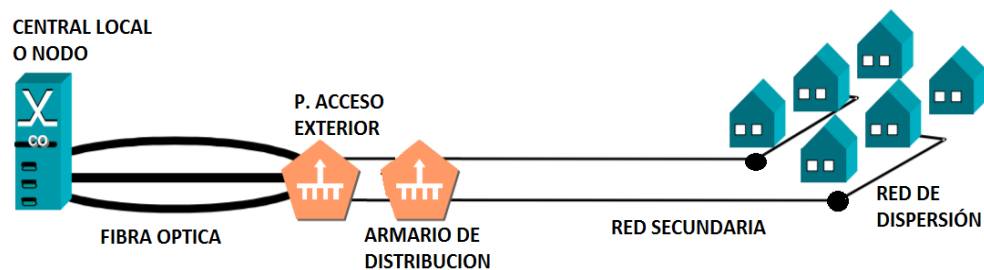


Figura 2-9 Red de Planta Externa
Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

2.2.6.3. Arquitectura de red FTTH

La sección óptica de un sistema de red de acceso local puede ser activa o pasiva y su arquitectura puede ser punto a punto o punto a multipunto. La figura 11-2 muestra las arquitecturas disponibles, que van de la fibra hasta la vivienda FTTH, pasando por la fibra hasta el edificio/a la acometida (FTTB/C, fibre to the building/curb), hasta la fibra hasta el armario (FTTCab, fibre to the cabinet) (ITU-T, 2003).

La OAN (red de acceso óptico) es común a todas las arquitecturas presentadas en la figura 11-2; por consiguiente, la uniformidad de este sistema ofrece la posibilidad de generar grandes volúmenes a escala mundial. Las diferencias entre las opciones de red fibra al edificio (FTTB, fibre to the building), fibra a la acometida (FTTC, fibre to the curb), fibra al armario (FTTCab, fibre to the cabinet) y FTTH estriban principalmente en los distintos servicios que ofrecen, y por lo tanto pueden tratarse como equivalentes en esta Recomendación (ITU-T, 2003).

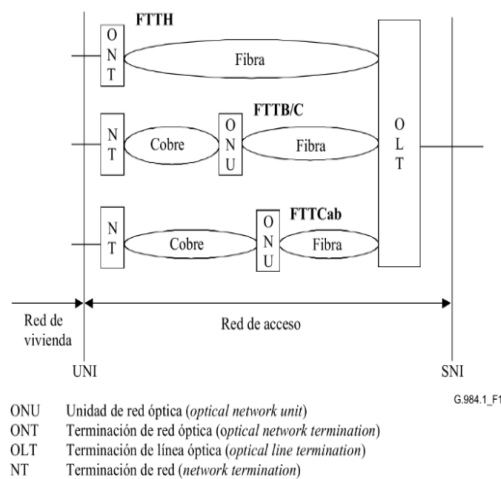


Figura 2-10 Red de Planta Externa
Fuente: (ITU-T, 2003)

2.2.7. *Armarios Inteligentes*

Dentro de una red NGN un componente clave en los nodos de distribución se encuentra los armarios inteligentes, que proporcionan el servicio de Voz sobre IP (VoIP) y servicios de banda ancha, integra las plataformas de tecnología DSLAM. Los armarios contienen los equipos DSLAM que se necesita para dar el servicio con tecnología VDSL. Esto permite el aprovisionamiento de los servicios de banda ancha a los usuarios, además estos dispositivos permiten utilizar gran parte de los elementos de la red actual (Sigüencia & Villacreses, 2011).

El objetivo es dar cobertura a los usuarios que no poseen acceso a los servicios VDSL, para suministrar altas velocidades, del orden de 50 Mbit/s, lo que podría suponer efectivamente un salto cuantitativo significativo respecto a la tecnología ADSL y posibilitar servicios como la recepción simultánea de varios canales de televisión en formato de alta definición, sería necesario situar el equipo DSLAM a una distancia más próxima al usuario, del orden de 200–300 metros (Sigüencia & Villacreses, 2011).

Puesto que el número de bucles de corta longitud en las centrales es muy reducido, para dar este servicio a un porcentaje amplio de la población es necesario ubicar los equipos DSLAM no en la central, sino en armarios situados a la distancia necesaria de los usuarios (Sigüencia y Villacreses, 2011).

La arquitectura resultante sería la esquematizada en la Figura 12-2. Si la velocidad objetivo fuese menor (de unos 25 Mbit/s), desde central se podría cubrir a una parte importante de la población (Sigüencia y Villacreses, 2011).

Los armarios inteligentes pueden estar situados en la calle o en un local (como sótanos de edificios) y darían servicio a los usuarios que estuvieran dentro del área de cobertura. Los pares de cobre provenientes de los usuarios servidos confluirían de este modo en estos armarios. Su situación, por tanto, debe considerar el trazado de la planta exterior de cobre existente (Sigüencia & Villacreses, 2011).

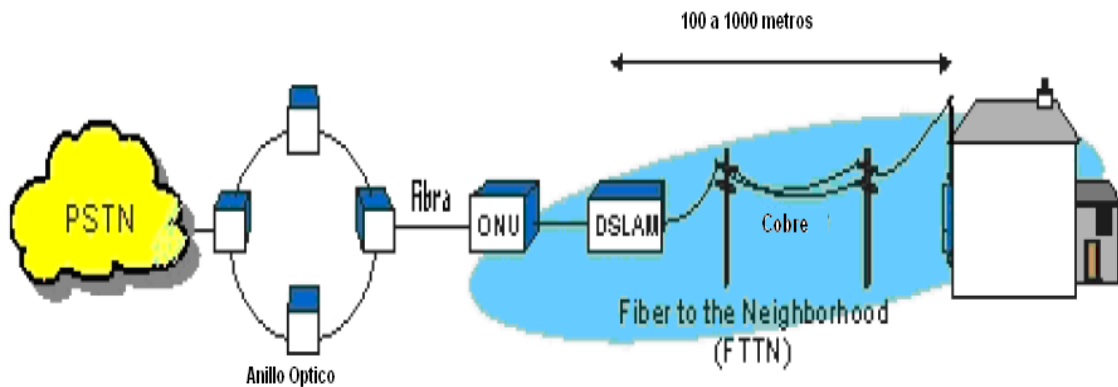


Figura 2-11 Topologías FFTN + VDSL.

Fuente:(Sigüencia & Villacreses, 2011)

2.2.8. Mediciones Eléctricas

2.2.8.1. Resistencia de Bucle

El objetivo principal es detectar fallas de continuidad (abiertos), es decir verificar que el cable en sí y las uniones en los respectivos empalmes del par en prueba estén correctamente elaboradas. La condición óptima de resistencia de bucle para los pares seleccionados debe ser menor ó igual a 900 Ohmios, adicionalmente se deben considerar los valores que se encuentran en la tabla 7-2 esto debido a que en la actualidad a más de servicio de voz se brinda servicio de transmisión de datos (CNT EP, 2012).

Tabla 2-6 Valores Resistencia de Bucle

SERVICIOS	RESISTENCIA DE LAZO	CONDUCTOR DE 0.4mm.
Servicio de Voz	$\leq 900 \Omega$	4,28 Km.
Servicios xDSL hasta 1Mbps	$\leq 900 \Omega$	3.080 Km.
Servicios xDSL hasta 2Mbps	$\leq 710 \Omega$	2.570 Km.
Servicios xDSL hasta 3Mbps	$\leq 590 \Omega$	2.140 Km.
Servicios xDSL hasta 4 Mbps	$\leq 505 \Omega$	1.825 Km.
Servicios xDSL hasta 5Mbps	$\leq 383 \Omega$	1.390 Km.
Servicios xDSL hasta 10 Mbps	$\leq 154\Omega$	0.555 Km.

Fuente: CNT EP. 2017

Realización de la Prueba: La prueba se debe realizar desde el MDF (Distribuidor o Armario), en todo el recorrido del par hasta la caja Terminal respectiva, sea esta de red rígida (directa) ó red flexible. Se sugiere hacerlo en cuatro pares cualquiera de cada regleta para la red primaria y para la red secundaria dos pares por cada caja de dispersión. Para esto se debe corto circuitar en uno de los extremos el par a realizar la prueba y en el otro extremo el equipo para ver el valor de la resistencia de bucle (CNT EP, 2012).

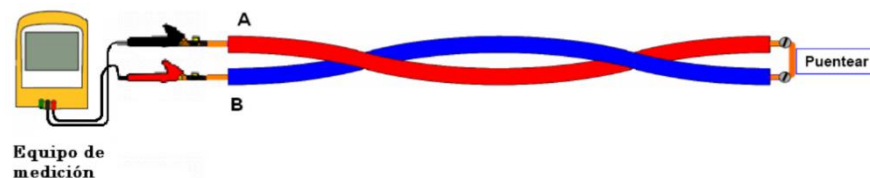


Figura 2-12 Esquema de Medición Resistencia de Bucle.
Fuente: (CNT EP, 2012).

2.2.8.2. Atenuación

El Objetivo es verificar que los valores de pérdida por inserción a una frecuencia determinada sea la que corresponda a la simetría del par en prueba y satisfaga los valores de atenuación establecidos (CNT EP, 2012).

Realización de la Prueba: La prueba debe ser realizada para el par en todo su recorrido, desde el MDF (Distribuidor o Armario) directo a la caja de dispersión respectiva. Inyectar una frecuencia de 1.000 y 1.600 Hz, como prueba básica del par en cable 0.4mm, los valores aceptados son:

Para 1000 Hz ≤ 1.622 dBm/km

Para 1600 Hz ≤ 2.052 dBm/Km

Se acepta una tolerancia de $\pm 10\%$ (CNT EP, 2012).

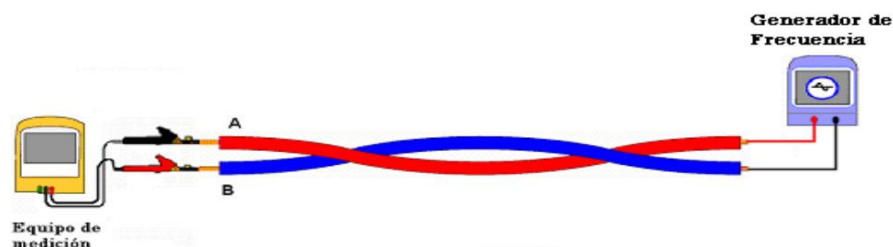


Figura 2-13 Esquema de Medición Atenuación.
Fuente: (CNT EP, 2012)

Relación Señal a Ruido (SNR): En la relación señal a ruido el esquema de modulación DMT utiliza subcanales donde se envían los bits de información, estos son modulados usando modulación digital QAM, a medida que se envían más símbolos en cada subcanal implica que la relación señal a ruido tiene que ser mayor.

La relación señal a ruido puede ser medida de dos formas:

- a) Utilizando equipos de medición que cumplan con la normas ANSI.T1.413 y UIT-T G.992.1
- b) A través del equipo CPE (Equipo Local del Cliente),(Mynor & Ramírez, 2011)

Status	Interface Setup	Advanced Setup	Access Management	Maintenance	Status
	Device Info	System Log	Statistics		
Device Information	Firmware Version : W300V5.0.0a_DR0_AR MAC Address : c8:d5:fe:72:30:e3				
LAN	IP Address : 192.168.1.1 Subnet Mask : 255.255.255.0 DHCP Server : Enabled				
WAN	Virtual Circuit : <input type="text" value="PVC0"/> Status : Connected Connection Type : PPPoE IP Address : 190.50.27.20 Subnet Mask : 255.255.255.255 Default Gateway : 200.63.148.123 Primary DNS : 186.130.129.72 Secondary DNS : 200.63.155.75 NAT : Enabled PPP connection time : 0d:01h:46m:34s				
ADSL	ADSL Firmware Version : FwVer:3.10.17.0_TC3085 HwVer:T14.F7_5.0 Line State : Showtime Modulation : ADSL2 PLUS Annex Mode : ANNEXT_A				
		Downstream	Upstream		
		SNR Margin : 19.4	9.6	db	
		Line Attenuation : 14.9	14.2	db	
		Data Rate : 7095	942	kbps	
		Attainable Rate : 13784	961	kbps	

Figura 2-14 Medición de SNR Equipo del Cliente.
Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

2.2.8.3. Protocolos de Pruebas

Redes de Cobre

Para la recepción de redes de cobre se realizarán las siguientes pruebas:

Tabla 2-7 Parámetros de Prueba

TIPO DE PRUEBA	PATRÓN DE ACEPTACIÓN
IDENTIFICACIÓN Y CONTINUIDAD	EL 100% DE TODOS LOS PARES
RESISTENCIA AL AISLAMIENTO	10.000 MEGAOHMOS / KM A 500 VDC
RESISTENCIA DE TIERRA	MÁXIMO ADMISIBLE 10 OHMIOS EN CAJAS EN POSTES O MURALES Y EMPALMES Y DE 5 OHMIOS EN ARMARIOS. (TODOS LOS PUNTOS AL MISMO NIVEL DE POTENCIAL). PARA LLEGAR A ESTOS VALORES DE RESISTENCIA SE INSTALARÁ EL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA MAS ADECUADO.
RESISTENCIA DE BUCLE	DEPENDE DEL CALIBRE. 280 OHM/KM. PARA CABLES DE $\varnothing = 0.4 \text{ mm} \pm 5\%$
DESEQUILIBRIO RESISTIVO	NO EXCEDERÁ DEL 1.5% PROMEDIO Y 5% MÁXIMO PAR
RUIDO DE TIERRA	NO EXCEDERÁ DE -45 DBM EN SU VALOR ABSOLUTO
RUIDO METÁLICO	NO EXCEDERÁ DE -70 DBM EN SU VALOR ABSOLUTO
ATENUACIÓN	PARA 0.4 mm Y 1000 Hz. DEBERÁ SER 1.622 DB/KM $\pm 10\%$ 1600 Hz. DEBERÁ SER MENOR QUE 2.052 DB/KM
DIAFONÍA	DEBERÁ SER SUPERIOR A -60 DB A 1600 Hz
VOLTAJE INDUCIDO	MÁXIMO ADMISIBLE 2 VAC
CONTINUIDAD DE LA PANTALLA	LA RESISTENCIA DE PANTALLA DEBERÁ SER MÁXIMO 5 OHMIOS/KM

Fuente: (CNT EP, 2012)

2.2.9. *Redes de Fibra Óptica*

Para la recepción de las redes de fibra óptica se realizarán las siguientes pruebas:

- Prueba de hermeticidad de las cajas de empalme
- Prueba de verificación de Marker (cámaras interurbanas)
- Prueba de verificación de ductos (mandrilado)
- Revisión de cámaras y/o postes
- Medición de la longitud óptica
- Medición de la pérdida total del trayecto
- Potencia retrodifusa
- Conexiones y terminaciones en distribuidores de fibra óptica. (CNT EP, 2015)

El control se efectuará según el siguiente detalle:

- Medida de la longitud óptica verificada en dos fibras.
- Pérdida total de trayecto efectuada al 100%
- Gráficas de retrodifusión efectuadas al 100%
- Pérdida de los empalmes medidos al 100%

- Pérdida de conexión a nivel del distribuidor de fibra óptica al 100%.
- Inspección visual de la instalación en áreas de acceso directo en toda la red de fibra óptica. (CNT EP, 2015)

Para el cálculo de la atenuación total de la red de fibra se debe considerar lo siguiente:

- Pérdida máxima por empalme: 0,1 dB
- Pérdida máxima por conector en ODF: 0,5 dB
- Atenuación máxima en cable de fibra G.652: 0.35 @ 1550nm

Potencia retrodifusa recibida en conector máxima: -50 dBm (CNT EP, 2015)

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Recopilación y Análisis de Datos para el Diseño de la Red.

3.1.1. *Enfoque de la investigación*

Esta investigación tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo, porque se basará en métodos para la recolección de datos, que servirán para documentar en la investigación, datos cuantitativos que determinaran los resultados y conclusiones finales, así mismo como las descripciones y observaciones directamente desde el sitio investigado, permitiendo realizar un estudio exhaustivo, centralizado y profundo, mediante la realización de una investigación objetiva y controlada consiguiendo así niveles de validez y confiabilidad a los eventos y respuestas obtenidas, indagando las causas y explicaciones de los hechos de estudio.

3.1.2. *Métodos De Investigación*

Se utilizarán los siguientes métodos de investigación:

- **De campo:** En la cual permitirá la obtención de la información directamente en el lugar de investigación mediante la recolección de información, permitiendo identificar a profundidad los problemas existentes.
 - **Deductivo:** Porque se analizará el problema desde su globalidad para establecer soluciones específicas que ayudarán a mejorar la calidad del servicio en la nueva red implementada.
 - **Inductivo:** Debido a que se basara en la observación y la experimentación empezando por recolección, el análisis de los datos para luego llegar a una conclusión general.
- Científico:** Ya que se basa en una serie de pasos sistemáticos (formular el problema, recopilar datos, probar la hipótesis y concluir) e instrumentos que nos permiten realizar la presente investigación.

- **Experimental:** Debido a que en la presente investigación se manipularan variables con el objetivo de evaluar y examinar los efectos que se manifiestan en la variable dependiente cuando se introduce la variable independiente, es decir observar sus consecuencias, en este caso el mejoramiento de calidad de servicio.
- **Analítico:** Se analizará cada elemento de la red para observar las causas, la naturaleza y los efectos para comprender de mejor manera su comportamiento. Este método nos permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías.

3.1.3. *Alcance de la investigación*

El alcance de este trabajo investigativo es de carácter aplicado con una connotación experimental y correlacional debido a que se tuvo la integración de variables o índices técnicos eléctricos tales como resistencia de bucle, aislamiento, longitud de la línea, balance longitudinal, voltajes de AC y DC y relación señal a ruido SNR, se pretende saber cómo se comporta una variable respecto a la otra y describir su relación, así como el análisis sobre el aporte a favor o en contra de la hipótesis.

3.1.4. *Población de estudio*

La población para este estudio se considera a todos los usuarios del servicio de telefonía fija e internet suscritos a la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública en el sector de Guano, actualmente son un total de 1798 usuarios distribuidos en 6 sectores estratégicos.

3.1.5. *Unidad de análisis*

La unidad de análisis que referencia a la presente investigación, es la disponibilidad de los datos de la CNT EP. Perteneciente a una de las empresas de distribución del servicio telefónico fijo más grandes del Ecuador. Para el correcto uso de los datos se consideró analizarlos previo al ingreso del modelo, y para algunos casos se depuró la información obtenida eliminando datos atípicos presentados por los equipos que realizaron mediciones en campo, para el efecto se utilizaron métodos convencionales para el tratamiento de datos en aras de mejorar la confiabilidad de los mismos. Los datos a ser analizados serán todos y cada uno de los valores obtenidos durante las pruebas de campo realizadas de los parámetros de la red como son:

Resistencia de bucle, aislamiento, longitud de la línea, voltajes de AC y DC y relación señal a ruido SNR.

3.1.6. Selección de la muestra

Se cuenta con una muestra de tipo probabilística ya que todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser escogidos. Debido a que la población esta subdividida en sectores o estratos, para seleccionar el tamaño de la muestra se utilizara un muestreo estratificado aleatorio de la población en estudio.

3.1.7. Tamaño de la muestra

Sera obtendrá mediante la respectiva formula estadística correspondiente al muestreo estratificado aleatorio, que nos determina su tamaño en consideración al parámetro de estudio y el tipo de población, debiéndose calcular para cada uno de los sectores involucrados en la presente trabajo de investigación.

$$n = \frac{Z^2 * q * p * N}{N * E^2 + Z^2 * (p * q)} ; (1)$$

En donde:

N: Tamaño de la Población

E: Error o Precisión =>(0.10) = 10%

Z: Nivel de Confianza =>(1.96) correspondiente al 95%

p: Variabilidad Positiva =>(0.5)

q: Variabilidad *Negativa* =>(0.5)

Tabla 3-1 Cálculo de la Muestra.

Sectores	Distritos	Usuarios	Muestra
Sector 1	Distrito 1	503	80 usuarios
Sector 2	Distrito 2	306	73 usuarios
Sector 3	Distrito 3	328	74 usuarios
Sector 4	Distrito 4	205	65 usuarios
Sector 5	Distrito 5	224	67 usuarios
Sector 6	Distrito 6	232	68 usuarios
TOTAL		1798	427 abonados

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores

3.1.8. *Técnicas de recolección de datos primarios y secundarios.*

- **Revisión Documental:** para recopilar archivos de datos primarios y secundarios con el objetivo de obtener información relacionada al tema de estudio.
- **Lectura:** para la comprensión de información o ideas primarias y secundarias en textos, artículos científicos y Normativas vigentes referentes al tema de estudio.
- **Observación:** para las fuentes primarias y secundarias verificando los datos y su comportamiento permitiendo determinar los resultados de las pruebas realizadas en campo.

3.1.9. *Instrumentos para la recolección de datos*

- Para la revisión documental y lectura se realizará fichas bibliográficas.
- Para la observación fichas de las mediciones de los parámetros de la red.
- Para la realización de las pruebas de campo se utilizará el Equipo Dynatel 965AMS.

Adicionalmente, se utilizarán recursos clásicos de recopilación de información que permitieron dar nuevas aristas a la investigación desarrollada, el apoyo en estas fuentes informativas (libros, artículos, revistas, etc.) fue crucial para el desarrollo del estudio del arte del presente trabajo investigativo, lo cual permitió avizorar de una forma anticipada el modelo mitigante planteado para el presente proyecto de titulación.

3.1.10. *Instrumentos para procesar datos recopilados*

- Excel
- Tabulación organizada
- Sistema Open Flexis (CNT EP.)

3.2. **Recopilación y análisis de la información**

El presente capítulo de este trabajo investigativo se orienta en cuatro fases debidamente detalladas y analizadas, siempre con el propósito de cumplir con el objetivo principal, el cual es mejorar el servicio en redes telefónicas, las cuatro fases planteadas son:

- Recopilación de los datos.
- Mediciones eléctricas.
- Análisis de los datos.
- Selección del distrito Crítico.

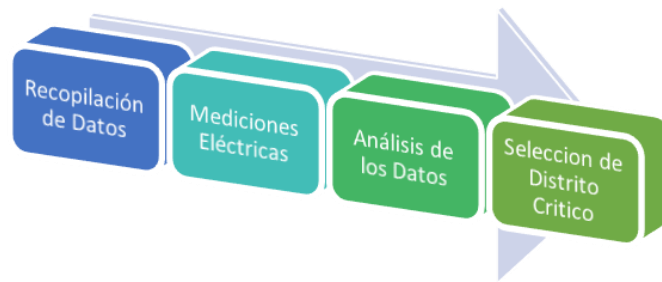


Figura 3-1 Detalle las fases del trabajo.
Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

En la figura (Figura 3-1) se indica las fases utilizadas en el presente proyecto.

3.2.1. *Recopilación de los datos.*

Según los planos de la red de cobre de la CNT EP del sector de Guano en la actualidad se encuentra conformada por 6 distritos en el cantón Guano en un total de 1798 usuarios, como muestra la Tabla 1-1, mediante la ecuación (2) nos permitió determinar el tamaño de la muestra obteniendo como resultado los datos de la tabla 1-3 por cada distrito los cuales serán tomados de forma aleatoria para realizar las mediciones eléctricas en la respectivas redes telefónicas. Adicional a esto se solicitó los listados de los clientes existentes en cada distrito, información adquirida del sistema Open Flexis y GIS de la CNT EP., y con la ayuda de un generador aleatorio de números se seleccionó las redes telefónicas a ser medidas.

3.2.2. *Mediciones Eléctricas.*

Para la realización de las pruebas de campo se utilizó el Equipo Dynatel 965AMS este equipo combina los instrumentos de medición más comunes de uso en redes de telecomunicaciones de cobre para Voz y Banda Ancha con la facilidad de usar módulos de prueba enchufables, posee un TDR + Analizador + Localizador de fallas en red Telefónica + MODEM ADSL2. A continuación en las tablas 2-3,3-3,4-3,5-3,6-3 y 7-3 se detalla los valores de las mediciones realizadas.

3.2.2.1. Mediciones Eléctricas Distrito 1

Se realizaron las mediciones en las redes telefónicas de 80 clientes, como se muestra en la (tabla 10-3).

Tabla 3-2 Mediciones eléctricas Distrito 1.

ARMA.	ALEATORIO ID	LISTON	PAR	CAJA	PAR	NÚMERO	LONGITUD LIN (Km)	AISLAMIENTO (MΩ)	VOLTAJE AC (V)	VOLTAJE DC (V)	RESISTENCIA BUCLE (Ω)	ATENUACIÓN (dB)	SNR (dB)
1	487	60	41	A1	1	32902000	0.787	OL	0.04	0	217.999	11.805	23
1	137	21	10	A2	6	32900448	0.803	OL	0.16	0	222.431	12.045	15
1	56	60	39	A2	7	32900188	0.822	OL	0.13	0	227.694	12.33	17
1	449	23	35	A2	10	32901898	0.844	OL	0.05	0	233.788	12.66	28
1	351	24	22	A3	5	32901498	1.058	OL	0.03	0	293.066	15.87	17
1	177	19	38	A3	8	32900603	0.957	OL	0.02	0	265.089	14.355	28
1	180	20	43	A4	5	32900608	0.896	OL	0.08	0	248.192	13.44	20
1	378	58	45	A4	6	32901685	0.913	OL	0.08	0	252.901	13.695	16
1	76	21	7	A5	3	32900265	0.967	OL	0.11	0	267.859	14.505	25
1	5	20	2	A5	5	32900024	0.99	OL	0.04	0	274.23	14.85	25
1	181	20	46	A5	8	32900609	0.869	OL	0.05	0	240.713	13.035	32
1	306	19	11	B1	10	32901093	0.912	OL	0.01	0	252.624	13.68	25
1	184	21	22	B2	3	32900613	0.898	OL	0.02	0	248.746	13.47	25
1	480	23	43	B2	7	32901976	0.916	OL	0.07	0	253.732	13.74	21
1	330	24	27	B2	10	32901265	0.942	OL	0.14	0	260.934	14.13	32
1	99	20	24	B3	4	32900339	0.715	OL	0.03	0	198.055	10.725	18
1	154	21	39	B4	7	32900529	0.749	OL	0.15	0	207.473	11.235	29
1	292	24	42	B4	10	32900972	0.771	OL	0.13	0	213.567	11.565	27
1	149	22	9	B5	1	32900516	0.828	OL	0.15	0	229.356	12.42	19
1	117	20	41	B5	7	32900386	0.864	OL	0.18	0	239.328	12.96	27
1	168	24	35	B5	8	32900575	0.767	OL	0.15	0	212.459	11.505	18

1	62	24	21	C1	7	32900223	0.926	OL	0.15	0	256.502	13.89	26
1	95	20	22	C3	4	32900320	0.975	OL	0.01	0	270.075	14.625	21
1	204	22	32	C3	8	32900639	0.993	OL	0.12	0	275.061	14.895	22
1	77	19	24	C4	2	32900266	1.046	OL	0.01	0	289.742	15.69	30
1	164	22	1	C5	7	32900561	0.97	OL	0.16	0	268.69	14.55	19
1	3	19	47	C5	9	32900011	1.048	OL	0.07	0	290.296	15.72	19
1	158	21	32	C5	10	32900538	1.066	OL	0.05	0	295.282	15.99	22
1	21	20	6	D1	7	32900081	0.847	OL	0.18	0	234.619	12.705	25
1	157	22	22	D5	7	32900535	0.885	OL	0.07	0	245.145	13.275	25
1	198	22	21	E1	7	32900631	0.29	OL	0.09	0	80.33	4.35	17
1	358	59	43	E2	8	32901534	0.328	OL	0.06	0	90.856	4.92	26
1	121	58	43	E3	2	32900397	0.366	OL	0.12	0	101.382	5.49	31
1	393	62	9	E3	8	32901728	0.392	OL	0.15	0	108.584	5.88	17
1	211	62	5	E4	4	32900648	0.255	OL	0.15	0	70.635	3.825	17
1	85	21	36	E5	3	32900288	0.229	OL	0.16	0	63.433	3.435	16
1	49	19	4	E5	5	32900161	0.251	OL	0.04	0	69.527	3.765	15
1	472	24	43	E5	7	32901955	0.268	OL	0.12	0	74.236	4.02	31
1	104	20	28	E5	10	32900345	0.284	OL	0.06	0	78.668	4.26	31
1	428	61	3	F3	1	32901824	0.367	OL	0.07	0	101.659	5.505	18
1	133	23	10	F3	8	32900436	0.446	OL	0.02	0	123.542	6.69	19
1	68	20	9	F4	2	32900238	0.565	OL	0.18	0	156.505	8.475	26
1	113	21	21	F4	7	32900376	0.583	OL	0.02	0	161.491	8.745	27
1	120	23	29	F4	9	32900394	0.601	OL	0.19	0	166.477	9.015	15
1	276	24	23	G2	5	32900953	1.667	OL	0.12	0	461.759	25.005	25
1	280	58	26	G3	4	32900958	1.528	OL	0.15	0	423.256	22.92	21
1	488	61	9	G5	9	32902004	1.531	OL	0.04	0	424.087	22.965	32
1	421	61	1	H1	1	32901804	0.737	OL	0.04	0	204.149	11.055	17
1	167	21	29	H1	2	32900574	0.756	OL	0.19	0	209.412	11.34	16

1	334	60	40	H1	5	32901332	0.78	OL	0.11	0	216.06	11.7	27
1	163	59	48	H3	8	32900552	0.348	OL	0.16	0	96.396	5.22	15
1	459	21	6	I1	7	32901927	0.646	OL	0.01	0	178.942	9.69	21
1	159	61	26	I1	9	32900539	0.672	OL	0.1	0	186.144	10.08	25
1	29	61	48	I3	1	32900103	0.609	OL	0.1	0	168.693	9.135	19
1	223	23	21	I4	8	32900669	0.661	OL	0.09	0	183.097	9.915	18
1	442	61	5	I5	9	32901884	0.708	OL	0.18	0	196.116	10.62	16
1	468	59	7	J1	3	32901943	0.616	OL	0.16	0	170.632	9.24	28
1	250	59	22	J1	10	32900839	0.639	OL	0	0	177.003	9.585	30
1	155	58	49	J2	1	32900530	0.502	OL	0.13	0	139.054	7.53	28
1	350	61	44	J2	3	32901496	0.586	OL	0.09	0	162.322	8.79	30
1	423	59	32	J2	4	32901810	0.604	OL	0.01	0	167.308	9.06	29
1	406	59	6	K4	8	32901757	1.26	OL	0.09	0	349.02	18.9	16
1	318	61	21	L1	2	32901198	0.864	OL	0	0	239.328	12.96	22
1	275	58	22	L3	4	32900952	0.825	OL	0.15	0	228.525	12.375	26
1	409	59	19	L3	5	32901762	0.844	OL	0.05	0	233.788	12.66	15
1	376	21	38	M1	1	32901675	1.663	OL	0.1	0	460.651	24.945	32
1	383	23	5	M2	2	32901706	1.668	OL	0.04	0	462.036	25.02	30
1	359	21	9	M5	7	32901536	1.646	OL	0.09	0	455.942	24.69	19
1	435	59	36	N1	5	32901871	0.857	OL	0.02	0	237.389	12.855	28
1	299	58	32	N3	2	32900992	0.86	OL	0.17	0	238.22	12.9	27
1	341	58	34	N3	4	32901386	0.884	OL	0.19	0	244.868	13.26	23
1	59	60	14	N4	10	32900208	0.868	OL	0.03	0	240.436	13.02	18
1	372	23	46	N5	2	32901660	0.946	OL	0.12	0	262.042	14.19	21
1	333	62	20	N5	6	32901329	0.97	OL	0.13	0	268.69	14.55	32
1	445	59	40	O2	1	32901890	0.908	OL	0.19	0	251.516	13.62	29
1	381	22	23	O5	2	32901704	0.991	OL	0.17	0	274.507	14.865	16
1	311	61	16	P2	1	32901170	1.076	OL	0.15	0	298.052	16.14	17

1	75	58	10	P3	4	32900251	1.109	OL	0	0	307.193	16.635	28
1	415	59	24	P3	8	32901783	1.128	OL	0.02	0	312.456	16.92	15
1	300	60	27	P3	9	32900994	1.012	OL	0.15	0	280.324	15.18	21

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019

3.2.2.2. Mediciones Eléctricas Distrito 2

Se realizaron las mediciones en las redes telefónicas de 73 clientes, como se puede observar en la (tabla 11-3)

Tabla 3-3 Mediciones eléctricas Distrito 2.

ARMA.	ALEATORIO ID	LISTON	PAR	CAJA	PAR	NÚMERO	LONGITUD LIN (Km)	AISLAMIENTO (MΩ)	VOLTAJE AC (V)	VOLTAJE DC (V)	RESISTENCIA BUCLE (Ω)	ATENUACIÓN (dB)	SNR (dB)
2	36	13	4	D5	1	32900149	0.199	OL	0.11	0	55.123	2.985	32
2	176	17	9	C5	4	32900897	0.212	OL	0.09	0	58.724	3.18	29
2	46	13	21	C5	7	32900197	0.235	OL	0.07	0	65.095	3.525	28
2	49	13	43	C5	9	32900210	0.254	OL	0	0	70.358	3.81	31
2	133	16	43	C5	1	32900722	0.259	OL	0.03	0	71.743	3.885	23
2	219	30	20	D5	5	32901048	0.275	OL	0.14	0	76.175	4.125	21
2	7	13	32	C5	2	32900014	0.276	OL	0.12	0	76.452	4.14	24
2	126	30	2	H5	3	32900687	0.283	OL	0.07	0	78.391	4.245	25
2	138	17	29	D5	6	32900731	0.298	OL	0.04	0	82.546	4.47	15
2	5	13	38	H5	8	32900008	0.307	OL	0.09	0	85.039	4.605	23
2	269	13	17	D5	9	32901658	0.317	OL	0.04	0	87.809	4.755	29
2	31	17	39	D4	3	32900118	0.323	OL	0.13	0	89.471	4.845	31
2	32	13	14	H5	10	32900129	0.325	OL	0.17	0	90.025	4.875	23
2	11	17	8	D3	1	32900022	0.334	OL	0.13	0	92.518	5.01	29
2	87	15	39	D4	5	32900446	0.342	OL	0.18	0	94.734	5.13	27
2	42	13	34	C1	3	32900193	0.344	OL	0.19	0	95.288	5.16	31
2	257	13	30	H4	10	32901468	0.348	OL	0.1	0	96.396	5.22	21

2	22	14	27	C2	2	32900068	0.358	OL	0.01	0	99.166	5.37	26
2	43	13	47	D3	2	32900194	0.36	OL	0.02	0	99.72	5.4	25
2	48	15	1	D4	8	32900207	0.364	OL	0.18	0	100.828	5.46	25
2	88	15	43	C1	7	32900453	0.37	OL	0.1	0	102.49	5.55	22
2	92	17	30	C1	8	32900467	0.388	OL	0.06	0	107.476	5.82	30
2	216	15	11	B3	2	32901041	0.41	OL	0.03	0	113.57	6.15	23
2	178	17	24	H4	2	32900904	0.411	OL	0.05	0	113.847	6.165	32
2	105	16	41	B3	6	32900555	0.428	OL	0.01	0	118.556	6.42	15
2	33	13	12	H4	4	32900133	0.429	OL	0.13	0	118.833	6.435	16
2	118	14	35	D1	2	32900616	0.433	OL	0	0	119.941	6.495	30
2	181	15	50	H4	8	32900929	0.447	OL	0	0	123.819	6.705	18
2	16	16	45	D1	9	32900041	0.453	OL	0.16	0	125.481	6.795	24
2	68	15	18	B1	5	32900377	0.517	OL	0.07	0	143.209	7.755	20
2	30	13	18	H1	3	32900117	0.532	OL	0.09	0	147.364	7.98	30
2	164	56	30	A5	7	32900783	0.588	OL	0.12	0	162.876	8.82	24
2	214	29	46	E5	6	32901026	0.634	OL	0.16	0	175.618	9.51	26
2	171	13	9	J3	4	32900834	0.654	OL	0.01	0	181.158	9.81	18
2	268	16	4	G3	5	32901623	0.661	OL	0.11	0	183.097	9.915	26
2	166	17	10	F2	1	32900798	0.668	OL	0.12	0	185.036	10.02	29
2	296	15	40	J3	9	32901996	0.673	OL	0.14	0	186.421	10.095	19
2	264	13	20	A3	2	32901568	0.68	OL	0	0	188.36	10.2	19
2	100	17	19	F2	3	32900515	0.686	OL	0.08	0	190.022	10.29	20
2	225	15	4	A3	7	32901068	0.696	OL	0.02	0	192.792	10.44	25
2	169	17	16	F2	9	32900826	0.705	OL	0.1	0	195.285	10.575	24
2	156	18	33	G1	9	32900772	0.736	OL	0.19	0	203.872	11.04	32
2	185	29	6	I1	5	32900986	0.747	OL	0.01	0	206.919	11.205	25
2	37	15	49	J3	2	32900165	0.751	OL	0.14	0	208.027	11.265	24
2	174	17	11	G2	2	32900876	0.752	OL	0.13	0	208.304	11.28	29

2	199	29	25	I4	2	32901005	0.76	OL	0.08	0	210.52	11.4	18
2	294	29	12	F1	7	32901974	0.764	OL	0.19	0	211.628	11.46	32
2	188	29	9	I1	9	32900989	0.769	OL	0.13	0	213.013	11.535	16
2	113	18	29	G5	8	32900587	0.777	OL	0.08	0	215.229	11.655	19
2	125	16	11	J4	1	32900686	0.777	OL	0.07	0	215.229	11.655	28
2	229	56	34	F1	8	32901106	0.782	OL	0.06	0	216.614	11.73	18
2	6	13	40	A1	2	32900013	0.786	OL	0.01	0	217.722	11.79	31
2	213	29	45	J4	4	32901025	0.795	OL	0.14	0	220.215	11.925	19
2	98	16	6	A1	4	32900488	0.804	OL	0.16	0	222.708	12.06	15
2	59	13	19	F1	5	32900304	0.806	OL	0.1	0	223.262	12.09	26
2	89	15	41	G4	2	32900454	0.807	OL	0.03	0	223.539	12.105	32
2	160	18	41	A2	9	32900777	0.812	OL	0	0	224.924	12.18	25
2	27	16	19	J5	7	32900087	0.82	OL	0.12	0	227.14	12.3	29
2	58	16	16	I1	1	32900300	0.824	OL	0	0	228.248	12.36	31
2	50	13	11	I3	2	32900219	0.826	OL	0.14	0	228.802	12.39	16
2	168	16	29	A1	10	32900811	0.83	OL	0.04	0	229.91	12.45	24
2	221	30	36	G1	7	32901064	0.839	OL	0.15	0	232.403	12.585	32
2	278	13	48	I3	3	32901787	0.842	OL	0.06	0	233.234	12.63	22
2	107	17	6	I4	6	32900565	0.844	OL	0.18	0	233.788	12.66	21
2	253	15	9	I1	2	32901434	0.85	OL	0.13	0	235.45	12.75	24
2	112	17	3	I4	7	32900586	0.862	OL	0.01	0	238.774	12.93	30
2	108	17	5	J1	3	32900572	0.862	OL	0.05	0	238.774	12.93	17
2	192	29	16	I3	4	32900996	0.865	OL	0.19	0	239.605	12.975	32
2	265	14	16	E1	5	32901581	0.866	OL	0.06	0	239.882	12.99	17
2	298	15	23	J1	5	32902006	0.879	OL	0.06	0	243.483	13.185	19
2	173	14	4	I4	8	32900875	0.88	OL	0.16	0	243.76	13.2	17
2	70	13	31	G5	3	32900391	0.899	OL	0.14	0	249.023	13.485	21

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

3.2.2.3. Mediciones Eléctricas Distrito 3

Se realizaron las mediciones en las redes telefónicas de 74 clientes, como se muestra en la tabla (3-4)

Tabla 3-4 Mediciones eléctricas Distrito 3.

ARMA.	ALEATORIO ID	LISTON	PAR	CAJA	PAR	NÚMERO	LONGITUD LIN (Km)	AISLAMIENTO (MΩ)	VOLTAJE AC (V)	VOLTAJE DC (V)	RESISTENCIA BUCLE (Ω)	ATENUACIÓN (dB)	SNR (dB)
3	309	10	46	C3	7	32900107	1.022	OL	0.12	0	283.094	15.33	29
3	103	11	16	C3	9	32901263	1.045	OL	0.02	0	289.465	15.675	15
3	314	7	23	C4	9	32900073	1.05	OL	0.07	0	290.85	15.75	23
3	317	7	31	C2	9	32900059	1.061	OL	0.09	0	293.897	15.915	24
3	226	7	22	D2	9	32900545	1.072	OL	0.12	0	296.944	16.08	26
3	111	53	31	C3	1	32901187	1.089	OL	0.17	0	301.653	16.335	15
3	26	52	31	C3	4	32901889	1.126	OL	0.1	0	311.902	16.89	28
3	69	8	42	D5	4	32901587	1.127	OL	0.05	0	312.179	16.905	16
3	251	8	16	D4	7	32900390	1.149	OL	0.19	0	318.273	17.235	18
3	213	51	14	J1	8	32900695	1.15	OL	0.07	0	318.55	17.25	26
3	85	11	39	C1	9	32901416	1.152	OL	0.05	0	319.104	17.28	27
3	243	8	24	D4	8	32900455	1.165	OL	0.04	0	322.705	17.475	15
3	44	51	39	D2	2	32901809	1.174	OL	0	0	325.198	17.61	29
3	96	52	33	B3	4	32901289	1.193	OL	0.14	0	330.461	17.895	17
3	264	53	33	D2	8	32900322	1.194	OL	0.11	0	330.738	17.91	24
3	52	11	27	D4	4	32901769	1.211	OL	0.02	0	335.447	18.165	17
3	50	11	18	J1	4	32901779	1.214	OL	0	0	336.278	18.21	23
3	267	8	40	D3	4	32900317	1.222	OL	0.01	0	338.494	18.33	24
3	110	10	1	J1	5	32901189	1.232	OL	0.18	0	341.264	18.48	24
3	59	51	24	J4	5	32901726	1.284	OL	0.05	0	355.668	19.26	32
3	181	9	38	B5	3	32900823	1.299	OL	0.13	0	359.823	19.485	27
3	302	7	2	B3	2	32900163	1.31	OL	0.06	0	362.87	19.65	15

3	56	53	10	K1	3	32901744	1.318	OL	0.09	0	365.086	19.77	23
3	1	10	2	B4	3	32902062	1.329	OL	0.14	0	368.133	19.935	19
3	4	51	40	K1	6	32902005	1.344	OL	0.01	0	372.288	20.16	20
3	234	9	3	B4	7	32900496	1.353	OL	0.08	0	374.781	20.295	31
3	8	51	36	I1	3	32901961	1.353	OL	0.02	0	374.781	20.295	28
3	7	52	45	I3	7	32901987	1.362	OL	0.13	0	377.274	20.43	18
3	151	53	11	K1	8	32901100	1.362	OL	0.1	0	377.274	20.43	30
3	16	53	4	B4	9	32901937	1.371	OL	0.15	0	379.767	20.565	18
3	131	11	17	I1	6	32901142	1.377	OL	0.18	0	381.429	20.655	31
3	47	9	20	I4	2	32901792	1.391	OL	0.05	0	385.307	20.865	27
3	77	52	40	B5	2	32901493	1.393	OL	0.05	0	385.861	20.895	26
3	324	7	15	A1	3	32900031	1.413	OL	0.09	0	391.401	21.195	31
3	48	53	2	I4	10	32901789	1.413	OL	0.18	0	391.401	21.195	16
3	208	51	22	I5	5	32900729	1.419	OL	0.07	0	393.063	21.285	27
3	57	11	20	K1	2	32901741	1.42	OL	0.09	0	393.34	21.3	22
3	169	53	15	I2	6	32900925	1.43	OL	0.05	0	396.11	21.45	17
3	73	51	33	A1	5	32901574	1.434	OL	0	0	397.218	21.51	16
3	42	53	3	I5	9	32901823	1.438	OL	0.05	0	398.326	21.57	28
3	308	53	23	I2	9	32900109	1.448	OL	0.11	0	401.096	21.72	15
3	170	53	32	I5	10	32900907	1.462	OL	0.08	0	404.974	21.93	27
3	24	51	23	B1	7	32901916	1.464	OL	0.09	0	405.528	21.96	18
3	118	51	45	A1	2	32901165	1.473	OL	0.12	0	408.021	22.095	16
3	216	9	13	K5	6	32900594	1.478	OL	0.03	0	409.406	22.17	21
3	28	51	35	I3	6	32901885	1.484	OL	0.07	0	411.068	22.26	28
3	158	10	13	F3	4	32901090	1.492	OL	0.04	0	413.284	22.38	15
3	245	8	22	I5	1	32900434	1.5	OL	0.17	0	415.5	22.5	30
3	166	10	42	I5	3	32901053	1.516	OL	0.14	0	419.932	22.74	32
3	98	8	28	G4	1	32901274	1.519	OL	0.08	0	420.763	22.785	18

3	296	10	34	F4	5	32900190	1.53	OL	0.05	0	423.81	22.95	17
3	14	51	30	G4	3	32901946	1.537	OL	0.07	0	425.749	23.055	25
3	121	11	36	J2	1	32901161	1.541	OL	0	0	426.857	23.115	21
3	55	53	5	J2	2	32901759	1.559	OL	0.02	0	431.843	23.385	19
3	74	53	6	F3	5	32901533	1.57	OL	0.04	0	434.89	23.55	31
3	246	52	3	J2	3	32900430	1.575	OL	0.17	0	436.275	23.625	22
3	70	8	32	F3	8	32901586	1.59	OL	0.01	0	440.43	23.85	22
3	93	9	16	A4	6	32901300	1.597	OL	0.18	0	442.369	23.955	16
3	323	11	14	H5	5	32900035	1.6	OL	0.09	0	443.2	24	22
3	15	51	32	A4	8	32901945	1.614	OL	0.11	0	447.078	24.21	17
3	207	10	5	F3	3	32900737	1.614	OL	0.1	0	447.078	24.21	19
3	316	9	23	A2	10	32900065	1.616	OL	0.11	0	447.632	24.24	20
3	79	53	18	H5	7	32901483	1.623	OL	0.09	0	449.571	24.345	20
3	117	11	41	E5	2	32901166	1.627	OL	0.17	0	450.679	24.405	32
3	27	51	44	G2	4	32901888	1.648	OL	0.14	0	456.496	24.72	29
3	310	8	3	E5	5	32900089	1.649	OL	0.19	0	456.773	24.735	15
3	163	10	3	F1	3	32901080	1.667	OL	0.08	0	461.759	25.005	16
3	45	52	14	H2	9	32901798	1.689	OL	0.05	0	467.853	25.335	21
3	34	51	18	H3	6	32901840	1.711	OL	0.01	0	473.947	25.665	20
3	326	11	28	H3	10	32900023	1.728	OL	0.17	0	478.656	25.92	20
3	239	8	29	A3	7	32900484	1.789	OL	0.19	0	495.553	26.835	26
3	202	7	5	A3	9	32900785	1.807	OL	0.09	0	500.539	27.105	30
3	136	11	7	A5	5	32901132	1.816	OL	0.14	0	503.032	27.24	17
3	155	10	18	A3	10	32901095	1.825	OL	0.04	0	505.525	27.375	22

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

3.2.2.4. Mediciones Eléctricas Distrito 4

Se realizaron las mediciones en las redes telefónicas de 65 clientes.

Tabla 3-5 Mediciones eléctricas Distrito 4.

ARMA.	ALEATORIO ID	LISTON	PAR	CAJA	PAR	NÚMERO	LONGITUD LIN (Km)	AISLAMIENTO (MΩ)	VOLTAJE AC (V)	VOLTAJE DC (V)	RESISTENCIA BUCLE (Ω)	ATENUACIÓN (dB)	SNR (dB)
4	21	4	13	A2	3	32901814	1.523	OL	0.03	0	421.871	22.845	22
4	50	49	23	A2	9	32901531	1.599	OL	0.17	0	442.923	23.985	18
4	172	2	20	A2	1	32900351	1.646	OL	0.06	0	455.942	24.69	22
4	115	4	9	E4	9	32900863	1.706	OL	0.01	0	472.562	25.59	25
4	116	4	6	E2	8	32900861	1.725	OL	0.05	0	477.825	25.875	24
4	47	1	28	E4	10	32901589	1.732	OL	0.11	0	479.764	25.98	16
4	117	4	5	E2	9	32900860	1.744	OL	0.17	0	483.088	26.16	25
4	146	4	19	E2	10	32900559	1.768	OL	0.16	0	489.736	26.52	28
4	128	2	38	G5	5	32900841	1.768	OL	0.13	0	489.736	26.52	27
4	81	3	2	E3	4	32901222	1.772	OL	0.16	0	490.844	26.58	32
4	138	49	21	E5	2	32900738	1.774	OL	0.16	0	491.398	26.61	23
4	56	4	7	F1	5	32901473	1.775	OL	0	0	491.675	26.625	21
4	54	3	50	E1	7	32901499	1.784	OL	0	0	494.168	26.76	25
4	114	4	33	E5	5	32900866	1.793	OL	0.07	0	496.661	26.895	29
4	94	4	12	E1	8	32900932	1.806	OL	0.1	0	500.262	27.09	16
4	8	49	20	E2	5	32902013	1.806	OL	0.04	0	500.262	27.09	19
4	22	5	48	E2	6	32901806	1.822	OL	0.19	0	504.694	27.33	32
4	175	2	10	H5	2	32900323	1.826	OL	0.05	0	505.802	27.39	26
4	107	5	4	F2	10	32900883	1.839	OL	0.08	0	509.403	27.585	31
4	77	5	24	H5	9	32901270	1.852	OL	0.18	0	513.004	27.78	27

4	2	3	45	H3	8	32902038	1.875	OL	0	0	519.375	28.125	23
4	160	3	15	F1	2	32900468	1.878	OL	0.05	0	520.206	28.17	21
4	15	4	38	B4	2	32901913	1.88	OL	0.03	0	520.76	28.2	17
4	167	3	18	B3	1	32900421	1.903	OL	0.16	0	527.131	28.545	29
4	120	4	1	B3	2	32900857	1.922	OL	0.15	0	532.394	28.83	32
4	99	1	21	B5	6	32900920	1.947	OL	0.17	0	539.319	29.205	31
4	65	3	22	H3	1	32901313	1.953	OL	0.04	0	540.981	29.295	24
4	13	4	24	H3	9	32901938	1.953	OL	0.08	0	540.981	29.295	19
4	190	49	9	H2	4	32900216	1.956	OL	0.04	0	541.812	29.34	27
4	37	3	29	H3	2	32901617	1.971	OL	0.06	0	545.967	29.565	20
4	82	3	1	H4	7	32901194	1.975	OL	0.05	0	547.075	29.625	25
4	153	49	34	H2	6	32900511	1.98	OL	0	0	548.46	29.7	21
4	171	3	5	F3	1	32900359	1.985	OL	0.08	0	549.845	29.775	28
4	55	4	30	H3	4	32901487	1.991	OL	0.01	0	551.507	29.865	24
4	35	1	9	H4	8	32901634	1.999	OL	0.07	0	553.723	29.985	24
4	132	2	8	F4	5	32900836	2.004	OL	0.19	0	555.108	30.06	26
4	199	49	6	H4	10	32900096	2.017	OL	0.16	0	558.709	30.255	22
4	23	49	31	G1	7	32901805	2.019	OL	0.05	0	559.263	30.285	17
4	41	2	35	B5	9	32901601	2.025	OL	0.01	0	560.925	30.375	16
4	131	2	13	F4	6	32900837	2.028	OL	0.11	0	561.756	30.42	27
4	29	1	42	H4	3	32901765	2.035	OL	0.12	0	563.695	30.525	16
4	130	2	19	F4	7	32900838	2.048	OL	0.08	0	567.296	30.72	16
4	28	2	25	H4	4	32901766	2.055	OL	0.18	0	569.235	30.825	15
4	85	2	18	H2	1	32901155	2.057	OL	0.07	0	569.789	30.855	23
4	30	1	39	H4	6	32901764	2.076	OL	0.06	0	575.052	31.14	15
4	10	1	11	G1	2	32901988	2.083	OL	0.02	0	576.991	31.245	15
4	161	3	11	F4	10	32900457	2.086	OL	0.04	0	577.822	31.29	28
4	80	1	3	G1	3	32901244	2.101	OL	0.07	0	581.977	31.515	18

4	145	3	43	G1	4	32900566	2.117	OL	0	0	586.409	31.755	20
4	74	1	41	G1	6	32901283	2.141	OL	0.1	0	593.057	32.115	29
4	78	49	40	F5	1	32901248	2.146	OL	0.18	0	594.442	32.19	32
4	157	3	16	B2	2	32900478	2.262	OL	0.14	0	626.574	33.93	18
4	196	1	12	G4	1	32900157	2.278	OL	0.07	0	631.006	34.17	19
4	122	3	36	G4	5	32900853	2.3	OL	0.19	0	637.1	34.5	18
4	124	3	32	G4	6	32900851	2.317	OL	0.11	0	641.809	34.755	24
4	113	4	40	B1	2	32900867	2.34	OL	0.03	0	648.18	35.1	20
4	204	4	44	B1	10	32900012	2.34	OL	0.15	0	648.18	35.1	21
4	166	4	14	B1	3	32900422	2.358	OL	0.07	0	653.166	35.37	29
4	125	3	25	G2	5	32900849	2.376	OL	0.11	0	658.152	35.64	27
4	71	2	21	B1	4	32901301	2.382	OL	0.12	0	659.814	35.73	19
4	33	49	17	B1	7	32901736	2.4	OL	0.19	0	664.8	36	25
4	108	5	3	D4	6	32900882	2.404	OL	0.17	0	665.908	36.06	18
4	169	4	22	G2	2	32900402	2.412	OL	0.05	0	668.124	36.18	30
4	40	2	45	A5	5	32901611	2.418	OL	0.11	0	669.786	36.27	15
4	52	4	25	A5	7	32901524	2.437	OL	0.01	0	675.049	36.555	22

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

3.2.2.5. Mediciones Eléctricas Distrito 5

Se realizaron las mediciones en las redes telefónicas de 67 clientes.

Tabla 3-6 Mediciones eléctricas Distrito 5.

ARMA.	ALEATORIO ID	LISTON	PAR	CAJA	PAR	NUMERO	LONGITUD LIN (Km)	AISLAMIENTO (MΩ)	VOLTAJE AC (V)	VOLTAJE DC (V)	RESISTENCIA BUCLE (Ω)	ATENUACIÓN (dB)	SNR (dB)
5	7	40	49	F4	4	32900044	0.483	OL	0.02	0	133.791	7.245	26
5	8	39	2	G4	1	32900050	0.53	OL	0.11	0	146.81	7.95	20
5	29	37	49	G4	5	32900220	0.572	OL	0.03	0	158.444	8.58	26
5	152	40	42	F4	9	32901394	0.589	OL	0.18	0	163.153	8.835	18
5	125	38	12	F3	1	32901059	0.594	OL	0.11	0	164.538	8.91	16
5	43	37	45	E3	10	32900336	0.6	OL	0.04	0	166.2	9	19
5	18	38	22	F4	2	32900146	0.605	OL	0.16	0	167.585	9.075	27
5	131	39	4	G4	3	32901149	0.608	OL	0.08	0	168.416	9.12	17
5	134	38	47	G3	4	32901185	0.612	OL	0.13	0	169.524	9.18	15
5	48	37	46	F3	8	32900382	0.615	OL	0	0	170.355	9.225	21
5	49	38	28	F4	10	32900383	0.626	OL	0.14	0	173.402	9.39	23
5	68	38	5	G4	4	32900571	0.626	OL	0.07	0	173.402	9.39	20
5	136	39	23	H5	6	32901195	0.63	OL	0.03	0	174.51	9.45	28
5	135	39	22	G3	8	32901192	0.631	OL	0.03	0	174.787	9.465	25
5	126	38	20	F3	9	32901061	0.634	OL	0.19	0	175.618	9.51	22
5	221	40	35	H4	1	32902030	0.638	OL	0.03	0	176.726	9.57	20
5	140	38	15	H5	7	32901243	0.647	OL	0.11	0	179.219	9.705	18
5	44	37	44	F1	5	32900338	0.649	OL	0.03	0	179.773	9.735	18
5	35	39	15	H4	2	32900271	0.656	OL	0.06	0	181.712	9.84	19
5	138	38	21	F3	10	32901212	0.658	OL	0	0	182.266	9.87	18

5	210	39	18	H2	5	32901908	0.658	OL	0.18	0	182.266	9.87	25
5	128	39	25	H5	8	32901107	0.663	OL	0.14	0	183.651	9.945	19
5	75	40	22	H4	7	32900644	0.682	OL	0.14	0	188.914	10.23	17
5	40	37	15	H5	10	32900309	0.686	OL	0.09	0	190.022	10.29	20
5	45	37	35	E5	6	32900355	0.687	OL	0.17	0	190.299	10.305	17
5	111	39	1	I3	3	32901033	0.694	OL	0.02	0	192.238	10.41	21
5	4	39	20	H4	10	32900029	0.7	OL	0.14	0	193.9	10.5	26
5	51	37	36	E5	7	32900399	0.704	OL	0.14	0	195.008	10.56	21
5	11	39	26	H3	1	32900066	0.709	OL	0.14	0	196.393	10.635	28
5	222	40	17	E2	2	32902033	0.712	OL	0.04	0	197.224	10.68	21
5	217	38	39	I3	6	32901984	0.715	OL	0.14	0	198.055	10.725	15
5	129	40	5	G2	8	32901119	0.72	OL	0.11	0	199.44	10.8	17
5	26	37	19	E3	5	32900209	0.722	OL	0.12	0	199.994	10.83	18
5	146	37	37	E5	8	32901346	0.726	OL	0.01	0	201.102	10.89	15
5	10	39	28	H3	3	32900063	0.727	OL	0.14	0	201.379	10.905	15
5	54	37	2	E2	3	32900456	0.728	OL	0	0	201.656	10.92	22
5	160	39	39	H5	1	32901555	0.728	OL	0.18	0	201.656	10.92	24
5	115	39	9	G5	4	32901038	0.736	OL	0.08	0	203.872	11.04	24
5	90	39	30	H3	5	32900712	0.743	OL	0.06	0	205.811	11.145	15
5	114	39	12	G5	7	32901037	0.755	OL	0.14	0	209.135	11.325	20
5	24	37	41	E1	2	32900199	0.758	OL	0.1	0	209.966	11.37	27
5	178	40	7	H3	9	32901665	0.767	OL	0.18	0	212.459	11.505	25
5	79	40	19	H1	3	32900689	0.775	OL	0.18	0	214.675	11.625	21
5	209	41	7	B4	8	32901870	0.776	OL	0.18	0	214.952	11.64	20
5	42	39	7	G5	8	32900332	0.777	OL	0.15	0	215.229	11.655	29
5	20	40	26	H2	1	32900164	0.78	OL	0.19	0	216.06	11.7	16
5	38	38	34	G1	2	32900296	0.781	OL	0.06	0	216.337	11.715	26
5	31	37	31	E5	2	32900230	0.785	OL	0.19	0	217.445	11.775	21

5	121	37	22	E4	3	32901054	0.786	OL	0.02	0	217.722	11.79	16
5	12	39	31	D5	4	32900090	0.793	OL	0.01	0	219.661	11.895	26
5	156	41	32	G5	9	32901497	0.794	OL	0.04	0	219.938	11.91	28
5	151	39	48	H1	6	32901376	0.794	OL	0.17	0	219.938	11.91	20
5	84	38	10	F2	9	32900697	0.798	OL	0.09	0	221.046	11.97	22
5	109	38	36	G1	5	32901030	0.798	OL	0.16	0	221.046	11.97	21
5	172	40	15	B1	10	32901607	0.805	OL	0.04	0	222.985	12.075	16
5	165	40	16	B5	9	32901567	0.806	OL	0.1	0	223.262	12.09	24
5	197	41	30	B2	2	32901770	0.808	OL	0	0	223.816	12.12	27
5	122	38	37	E4	4	32901055	0.812	OL	0.19	0	224.924	12.18	19
5	158	37	25	H1	7	32901514	0.818	OL	0.12	0	226.586	12.27	20
5	192	40	41	B3	3	32901702	0.827	OL	0.15	0	229.079	12.405	20
5	169	40	8	B5	10	32901579	0.828	OL	0	0	229.356	12.42	17
5	55	37	26	E4	7	32900463	0.83	OL	0.08	0	229.91	12.45	20
5	148	38	42	B2	5	32901350	0.832	OL	0.05	0	230.464	12.48	28
5	100	38	1	H1	8	32900847	0.838	OL	0.16	0	232.126	12.57	23
5	13	39	32	B3	10	32900092	0.845	OL	0.07	0	234.065	12.675	28
5	218	38	45	C5	3	32901986	0.845	OL	0.11	0	234.065	12.675	18
5	214	41	9	B4	9	32901971	0.854	OL	0.05	0	236.558	12.81	29

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

3.2.2.6. Mediciones Eléctricas Distrito 6

Se realizaron las mediciones en las redes telefónicas de 68 clientes.

Tabla 3-7 Mediciones eléctricas Distrito 6.

ARMA.	ALEATORIO ID	LISTON	PAR	CAJA	PAR	NÚMERO	LONGITUD LIN (Km)	AISLAMIENTO (MΩ)	VOLTAJE AC (V)	VOLTAJE DC (V)	RESISTENCIA BUCLE (Ω)	ATENUACIÓN (dB)	SNR (dB)
6	49	33	46	A1	2	32901629	6.201	27	0.05	0	1717.677	93.015	13
6	125	34	27	A1	4	32901436	6.218	23	0.01	0	1722.386	93.27	11
6	70	35	48	A1	6	32901550	6.234	25	0.19	0	1726.818	93.51	9
6	69	36	1	A3	3	32901551	5.953	22	0.1	0	1648.981	89.295	11
6	50	33	6	A3	9	32901628	5.972	20	0	0	1654.244	89.58	9
6	119	34	32	A4	4	32901446	6.118	25	0.13	0	1694.686	91.77	9
6	47	35	22	A5	9	32901634	5.68	21	0.14	0	1573.36	85.2	11
6	20	35	34	A5	10	32901768	5.698	23	0.17	0	1578.346	85.47	13
6	88	34	42	B1	2	32901508	6.324	27	0.1	0	1751.748	94.86	10
6	135	34	16	B1	8	32901414	6.342	21	0.18	0	1756.734	95.13	10
6	203	31	49	B1	9	32900885	6.36	25	0.02	0	1761.72	95.4	12
6	212	35	2	B2	7	32900707	5.62	23	0.13	0	1556.74	84.3	14
6	95	35	1	B3	2	32901486	5.896	26	0.01	0	1633.192	88.44	14
6	102	35	4	B3	5	32901476	5.919	23	0.14	0	1639.563	88.785	13
6	174	36	10	B4	5	32901345	5.648	25	0.1	0	1564.496	84.72	11
6	52	33	27	B5	1	32901626	5.504	27	0.18	0	1524.608	82.56	13
6	172	31	29	B5	2	32901354	5.402	23	0.06	0	1496.354	81.03	9
6	137	34	4	B5	4	32901409	5.42	28	0.15	0	1501.34	81.3	12
6	224	31	32	C1	2	32900171	5.448	20	0.18	0	1509.096	81.72	10
6	57	36	8	C1	7	32901613	5.406	27	0.07	0	1497.462	81.09	14

6	99	34	34	C2	3	32901479	5.145	24	0.11	0	1425.165	77.175	13
6	160	34	17	C3	2	32901374	6.085	24	0.19	0	1685.545	91.275	13
6	100	34	33	C3	3	32901478	6.103	22	0.04	0	1690.531	91.545	10
6	159	33	32	C4	1	32901375	6.061	23	0.11	0	1678.897	90.915	13
6	155	35	19	C5	1	32901384	4.87	23	6.82	0	1348.99	73.05	13
6	45	35	38	C5	10	32901637	4.771	22	0.03	0	1321.567	71.565	11
6	189	36	15	D1	2	32901223	4.687	28	0.15	0	1298.299	70.305	14
6	149	33	35	D1	5	32901395	4.711	26	0.1	0	1304.947	70.665	14
6	112	31	21	D1	10	32901458	4.729	21	0.18	0	1309.933	70.935	9
6	118	34	15	D2	8	32901447	4.359	23	0.07	0	1207.443	65.385	12
6	41	36	27	D3	1	32901646	5.16	26	0.02	0	1429.32	77.4	11
6	40	36	37	D3	7	32901648	5.237	25	0.17	0	1450.649	78.555	10
6	186	33	23	E1	3	32901260	4.964	28	0	0	1375.028	74.46	12
6	44	33	3	E2	7	32901639	4.735	22	0.13	0	1311.595	71.025	11
6	231	33	8	E2	8	32900046	4.759	24	0.06	0	1318.243	71.385	11
6	142	34	5	E3	2	32901404	4.728	25	0.12	0	1309.656	70.92	10
6	138	34	3	E3	3	32901408	4.746	22	0.07	0	1314.642	71.19	10
6	134	31	34	E4	6	32901415	4.136	24	0.01	0	1145.672	62.04	9
6	221	34	1	E4	8	32900316	4.154	20	0.04	0	1150.658	62.31	11
6	184	31	1	E5	2	32901275	3.943	21	0.04	0	1092.211	59.145	10
6	168	32	32	E5	8	32901360	3.965	24	0.04	0	1098.305	59.475	13
6	218	31	33	F1	4	32900536	4.715	21	0.12	0	1306.055	70.725	12
6	150	32	5	F1	7	32901393	4.731	28	0.19	0	1310.487	70.965	14
6	151	36	31	F3	9	32901389	4.175	27	0.17	0	1156.475	62.625	13
6	56	31	15	F4	2	32901620	3.741	26	0.11	0	1036.257	56.115	13
6	165	32	37	F5	2	32901367	6.168	26	0.16	0	1708.536	92.52	9
6	158	31	36	F5	4	32901378	6.254	28	0.19	0	1732.358	93.81	12
6	156	31	47	F5	10	32901381	6.272	25	0.05	0	1737.344	94.08	14

6	104	35	10	G1	5	32901474	6.196	24	0.03	0	1716.292	92.94	9
6	90	35	7	G2	4	32901495	5.81	20	0.05	0	1609.37	87.15	10
6	98	33	18	G2	6	32901481	5.708	28	0.1	0	1581.116	85.62	10
6	43	35	6	G2	10	32901640	5.726	23	0.07	0	1586.102	85.89	12
6	48	31	19	G3	4	32901631	5.535	26	0.08	0	1533.195	83.025	14
6	59	34	8	G3	5	32901590	5.553	22	0.08	0	1538.181	83.295	14
6	30	33	7	G4	3	32901682	5.279	24	0.12	0	1462.283	79.185	10
6	38	36	14	G5	6	32901650	4.812	24	0.14	0	1332.924	72.18	9
6	229	33	21	H1	6	32900105	4.396	26	0.17	0	1217.692	65.94	14
6	24	33	49	H1	7	32901723	4.28	22	0.01	0	1185.56	64.2	11
6	213	36	20	H3	1	32900675	4.384	20	0.16	0	1214.368	65.76	10
6	122	32	23	H3	5	32901443	4.402	24	0.01	0	1219.354	66.03	9
6	22	36	19	H4	4	32901734	4.089	20	0.18	0	1132.653	61.335	12
6	130	32	17	H4	9	32901422	4.113	23	0.19	0	1139.301	61.695	13
6	211	32	12	H5	2	32900769	3.81	28	0.12	0	1055.37	57.15	13
6	206	34	25	H5	4	32900831	3.828	24	0.04	0	1060.356	57.42	9
6	16	32	40	H5	6	32901843	3.848	23	0.07	0	1065.896	57.72	9
6	25	32	43	H5	8	32901722	3.869	21	0.14	0	1071.713	58.035	13
6	33	32	44	H5	9	32901670	3.768	26	0.1	0	1043.736	56.52	9
6	183	31	24	I1	1	32901277	4.296	20	0.01	0	1189.992	64.44	11

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

A los valores obtenidos se les asigna una valorización según la escala de Likert, que para el análisis posterior lo llamaremos nivel de aceptación en cada uno de los parámetros medidos, para realizar el estudio de los datos de mejor manera, tomando en cuenta los tres parámetros principales para evaluar el funcionamiento de las redes telefónicas, basándose en los valores establecidos por la Normativa vigente de la CNT EP., estos parámetros son; Atenuación, Resistencia de Bucle y SNR, considerando la valoración del 100% al valor óptimo de aceptación para un buen funcionamiento de las redes telefónicas. Por lo tanto se define categorías simétricas con cada uno de los parámetros analizados, teniendo así:

Tabla 3-8 Valoración Atenuación.

Atenuación (dB)	Valor (% de aceptación)
45 - 33.76	0% - 25%
33.75 - 22.51	26 % - 50%
22.50 - 11.26	51% - 75 %
11.25 - 0.1	76% - 100%

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

Tabla 3-9 Valoración Resistencia de Bucle

Resistencia de Bucle (Ω)	Valor (% de aceptación)
50 - 262.5	100% - 75%
262.51 - 475	74% - 50%
475.1 - 687.5	49% - 25%
687.51 - 900	24% - 0%

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

Tabla 3-10 Valoración SNR.

SNR (dB)	Valor(% de aceptación)
12 - 19	0% - 33%
20 - 26	34% - 66%
27 - 33	67% - 100%

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

Con las tablas 3-8, 3-9 y 3-10 se puede valorar los parámetros eléctricos de medición para obtener de manera más clara el sector donde la red necesita mejorar su calidad técnica para dotar de servicio eficiente y de esta manera realizar la implementación de la nueva Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/FTTX, para mejorar los servicios de Telecomunicaciones.

Tabla 3-11 Valoración de los parámetros eléctricos Resistencia de Bucle, Atenuación y SNR

ARM.	CAJA	PAR	NÚMERO	LON LIN (Km)	RESIS BCL (Ω)	ATEN (dB)	SNR (dB)	RESIS BCL %	ATEN %	SNR %
1	E5	3	32900288	0.229	63.433	3.435	16	92.54	92.36	19.05
1	E5	5	32900161	0.251	69.527	3.765	15	91.82	91.63	14.29
1	E4	4	32900648	0.255	70.635	3.825	17	91.69	91.49	23.81
1	E5	7	32901955	0.268	74.236	4.02	31	91.27	91.06	90.48
1	E5	10	32900345	0.284	78.668	4.26	31	90.74	90.52	90.48
1	E1	7	32900631	0.29	80.33	4.35	17	90.55	90.32	23.81
1	E2	8	32901534	0.328	90.856	4.92	26	89.31	89.06	66.67
1	H3	8	32900552	0.348	96.396	5.22	15	88.66	88.39	14.29
1	E3	2	32900397	0.366	101.382	5.49	31	88.07	87.79	90.48
1	F3	1	32901824	0.367	101.659	5.505	18	88.04	87.76	28.57
1	E3	8	32901728	0.392	108.584	5.88	17	87.23	86.92	23.81
1	F3	8	32900436	0.446	123.542	6.69	19	85.47	85.12	33.33
1	J2	1	32900530	0.502	139.054	7.53	28	83.64	83.25	76.19
1	F4	2	32900238	0.565	156.505	8.475	26	81.59	81.15	66.67
1	F4	7	32900376	0.583	161.491	8.745	27	81.00	80.55	71.43
1	J2	3	32901496	0.586	162.322	8.79	30	80.90	80.45	85.71
1	F4	9	32900394	0.601	166.477	9.015	15	80.41	79.95	14.29
1	J2	4	32901810	0.604	167.308	9.06	29	80.32	79.85	80.95
1	I3	1	32900103	0.609	168.693	9.135	19	80.15	79.68	33.33
1	J1	3	32901943	0.616	170.632	9.24	28	79.93	79.45	76.19
1	J1	10	32900839	0.639	177.003	9.585	30	79.18	78.68	85.71
1	I1	7	32901927	0.646	178.942	9.69	21	78.95	78.45	42.86
1	I4	8	32900669	0.661	183.097	9.915	18	78.46	77.95	28.57
1	I1	9	32900539	0.672	186.144	10.08	25	78.10	77.58	61.90
1	I5	9	32901884	0.708	196.116	10.62	16	76.93	76.38	19.05
1	B3	4	32900339	0.715	198.055	10.725	18	76.70	76.15	28.57
1	H1	1	32901804	0.737	204.149	11.055	17	75.98	75.41	23.81
1	B4	7	32900529	0.749	207.473	11.235	29	75.59	75.01	80.95
1	H1	2	32900574	0.756	209.412	11.34	16	75.36	74.78	19.05
1	B5	8	32900575	0.767	212.459	11.505	18	75.00	74.41	28.57
1	B4	10	32900972	0.771	213.567	11.565	27	74.87	74.28	71.43
1	H1	5	32901332	0.78	216.06	11.7	27	74.58	73.98	71.43
1	A1	1	32902000	0.787	217.999	11.805	23	74.35	73.74	52.38
1	A2	6	32900448	0.803	222.431	12.045	15	73.83	73.21	14.29
1	A2	7	32900188	0.822	227.694	12.33	17	73.21	72.58	23.81
1	L3	4	32900952	0.825	228.525	12.375	26	73.11	72.48	66.67
1	B5	1	32900516	0.828	229.356	12.42	19	73.02	72.38	33.33
1	A2	10	32901898	0.844	233.788	12.66	28	72.50	71.84	76.19
1	L3	5	32901762	0.844	233.788	12.66	15	72.50	71.84	14.29
1	D1	7	32900081	0.847	234.619	12.705	25	72.40	71.74	61.90
1	N1	5	32901871	0.857	237.389	12.855	28	72.07	71.41	76.19

1	N3	2	32900992	0.86	238.22	12.9	27	71.97	71.31	71.43
1	B5	7	32900386	0.864	239.328	12.96	27	71.84	71.17	71.43
1	L1	2	32901198	0.864	239.328	12.96	22	71.84	71.17	47.62
1	N4	10	32900208	0.868	240.436	13.02	18	71.71	71.04	28.57
1	A5	8	32900609	0.869	240.713	13.035	32	71.68	71.01	95.24
1	N3	4	32901386	0.884	244.868	13.26	23	71.19	70.51	52.38
1	D5	7	32900535	0.885	245.145	13.275	25	71.16	70.47	61.90
1	A4	5	32900608	0.896	248.192	13.44	20	70.80	70.11	38.10
1	B2	3	32900613	0.898	248.746	13.47	25	70.74	70.04	61.90
1	O2	1	32901890	0.908	251.516	13.62	29	70.41	69.71	80.95
1	B1	10	32901093	0.912	252.624	13.68	25	70.28	69.57	61.90
1	A4	6	32901685	0.913	252.901	13.695	16	70.25	69.54	19.05
1	B2	7	32901976	0.916	253.732	13.74	21	70.15	69.44	42.86
1	C1	7	32900223	0.926	256.502	13.89	26	69.82	69.11	66.67
1	B2	10	32901265	0.942	260.934	14.13	32	69.30	68.57	95.24
1	N5	2	32901660	0.946	262.042	14.19	21	69.17	68.44	42.86
1	A3	8	32900603	0.957	265.089	14.355	28	68.81	68.07	76.19
1	A5	3	32900265	0.967	267.859	14.505	25	68.49	67.74	61.90
1	C5	7	32900561	0.97	268.69	14.55	19	68.39	67.64	33.33
1	N5	6	32901329	0.97	268.69	14.55	32	68.39	67.64	95.24
1	C3	4	32900320	0.975	270.075	14.625	21	68.23	67.47	42.86
1	A5	5	32900024	0.99	274.23	14.85	25	67.74	66.97	61.90
1	O5	2	32901704	0.991	274.507	14.865	16	67.71	66.94	19.05
1	C3	8	32900639	0.993	275.061	14.895	22	67.64	66.87	47.62
1	P3	9	32900994	1.012	280.324	15.18	21	67.02	66.24	42.86
1	C4	2	32900266	1.046	289.742	15.69	30	65.91	65.10	85.71
1	C5	9	32900011	1.048	290.296	15.72	19	65.85	65.04	33.33
1	A3	5	32901498	1.058	293.066	15.87	17	65.52	64.70	23.81
1	C5	10	32900538	1.066	295.282	15.99	22	65.26	64.44	47.62
1	P2	1	32901170	1.076	298.052	16.14	17	64.94	64.10	23.81
1	P3	4	32900251	1.109	307.193	16.635	28	63.86	63.00	76.19
1	P3	8	32901783	1.128	312.456	16.92	15	63.24	62.37	14.29
1	K4	8	32901757	1.26	349.02	18.9	16	58.94	57.96	19.05
1	G3	4	32900958	1.528	423.256	22.92	21	50.21	49.02	42.86
1	G5	9	32902004	1.531	424.087	22.965	32	50.11	48.92	95.24
1	M5	7	32901536	1.646	455.942	24.69	19	46.36	45.08	33.33
1	M1	1	32901675	1.663	460.651	24.945	32	45.81	44.52	95.24
1	G2	5	32900953	1.667	461.759	25.005	25	45.68	44.38	61.90
1	M2	2	32901706	1.668	462.036	25.02	30	45.64	44.35	85.71
2	D5	1	32900149	0.199	55.123	2.985	32	93.51	93.36	95.24
2	C5	4	32900897	0.212	58.724	3.18	29	93.09	92.93	80.95
2	C5	7	32900197	0.235	65.095	3.525	28	92.34	92.16	76.19
2	C5	9	32900210	0.254	70.358	3.81	31	91.72	91.53	90.48
2	C5	1	32900722	0.259	71.743	3.885	23	91.56	91.36	52.38
2	D5	5	32901048	0.275	76.175	4.125	21	91.04	90.83	42.86
2	C5	2	32900014	0.276	76.452	4.14	24	91.01	90.79	57.14

2	H5	3	32900687	0.283	78.391	4.245	25	90.78	90.56	61.90
2	D5	6	32900731	0.298	82.546	4.47	15	90.29	90.06	14.29
2	H5	8	32900008	0.307	85.039	4.605	23	90.00	89.76	52.38
2	D5	9	32901658	0.317	87.809	4.755	29	89.67	89.42	80.95
2	D4	3	32900118	0.323	89.471	4.845	31	89.47	89.22	90.48
2	H5	10	32900129	0.325	90.025	4.875	23	89.41	89.16	52.38
2	D3	1	32900022	0.334	92.518	5.01	29	89.12	88.86	80.95
2	D4	5	32900446	0.342	94.734	5.13	27	88.85	88.59	71.43
2	C1	3	32900193	0.344	95.288	5.16	31	88.79	88.52	90.48
2	H4	10	32901468	0.348	96.396	5.22	21	88.66	88.39	42.86
2	C2	2	32900068	0.358	99.166	5.37	26	88.33	88.06	66.67
2	D3	2	32900194	0.36	99.72	5.4	25	88.27	87.99	61.90
2	D4	8	32900207	0.364	100.828	5.46	25	88.14	87.86	61.90
2	C1	7	32900453	0.37	102.49	5.55	22	87.94	87.66	47.62
2	C1	8	32900467	0.388	107.476	5.82	30	87.36	87.06	85.71
2	B3	2	32901041	0.41	113.57	6.15	23	86.64	86.32	52.38
2	H4	2	32900904	0.411	113.847	6.165	32	86.61	86.29	95.24
2	B3	6	32900555	0.428	118.556	6.42	15	86.05	85.72	14.29
2	H4	4	32900133	0.429	118.833	6.435	16	86.02	85.69	19.05
2	D1	2	32900616	0.433	119.941	6.495	30	85.89	85.55	85.71
2	D2	2	32900003	0.437	121.049	6.555	20	85.76	85.42	38.10
2	H4	8	32900929	0.447	123.819	6.705	18	85.43	85.09	28.57
2	D1	9	32900041	0.453	125.481	6.795	24	85.24	84.89	57.14
2	B1	5	32900377	0.517	143.209	7.755	20	83.15	82.75	38.10
2	H1	3	32900117	0.532	147.364	7.98	30	82.66	82.25	85.71
2	A5	7	32900783	0.588	162.876	8.82	24	80.84	80.38	57.14
2	E5	6	32901026	0.634	175.618	9.51	26	79.34	78.85	66.67
2	J3	4	32900834	0.654	181.158	9.81	18	78.69	78.18	28.57
2	G3	5	32901623	0.661	183.097	9.915	26	78.46	77.95	66.67
2	F2	1	32900798	0.668	185.036	10.02	29	78.23	77.71	80.95
2	J3	9	32901996	0.673	186.421	10.095	19	78.07	77.55	33.33
2	A3	2	32901568	0.68	188.36	10.2	19	77.84	77.31	33.33
2	F2	3	32900515	0.686	190.022	10.29	20	77.64	77.11	38.10
2	A3	7	32901068	0.696	192.792	10.44	25	77.32	76.78	61.90
2	F2	9	32900826	0.705	195.285	10.575	24	77.03	76.48	57.14
2	G1	9	32900772	0.736	203.872	11.04	32	76.02	75.44	95.24
2	I1	5	32900986	0.747	206.919	11.205	25	75.66	75.08	61.90
2	J3	2	32900165	0.751	208.027	11.265	24	75.53	74.94	57.14
2	G2	2	32900876	0.752	208.304	11.28	29	75.49	74.91	80.95
2	I4	2	32901005	0.76	210.52	11.4	18	75.23	74.64	28.57
2	F1	7	32901974	0.764	211.628	11.46	32	75.10	74.51	95.24
2	I1	9	32900989	0.769	213.013	11.535	16	74.94	74.34	19.05
2	G5	8	32900587	0.777	215.229	11.655	19	74.68	74.08	33.33
2	J4	1	32900686	0.777	215.229	11.655	28	74.68	74.08	76.19
2	F1	8	32901106	0.782	216.614	11.73	18	74.52	73.91	28.57
2	A1	2	32900013	0.786	217.722	11.79	31	74.39	73.78	90.48

2	J4	4	32901025	0.795	220.215	11.925	19	74.09	73.48	33.33
2	A1	4	32900488	0.804	222.708	12.06	15	73.80	73.18	14.29
2	F1	5	32900304	0.806	223.262	12.09	26	73.73	73.11	66.67
2	G4	2	32900454	0.807	223.539	12.105	32	73.70	73.08	95.24
2	A2	9	32900777	0.812	224.924	12.18	25	73.54	72.91	61.90
2	J5	7	32900087	0.82	227.14	12.3	29	73.28	72.64	80.95
2	I1	1	32900300	0.824	228.248	12.36	31	73.15	72.51	90.48
2	I3	2	32900219	0.826	228.802	12.39	16	73.08	72.44	19.05
2	A1	10	32900811	0.83	229.91	12.45	24	72.95	72.31	57.14
2	G1	7	32901064	0.839	232.403	12.585	32	72.66	72.01	95.24
2	I3	3	32901787	0.842	233.234	12.63	22	72.56	71.91	47.62
2	I4	6	32900565	0.844	233.788	12.66	21	72.50	71.84	42.86
2	I1	2	32901434	0.85	235.45	12.75	24	72.30	71.64	57.14
2	I4	7	32900586	0.862	238.774	12.93	30	71.91	71.24	85.71
2	J1	3	32900572	0.862	238.774	12.93	17	71.91	71.24	23.81
2	I3	4	32900996	0.865	239.605	12.975	32	71.81	71.14	95.24
2	E1	5	32901581	0.866	239.882	12.99	17	71.78	71.11	23.81
2	J1	5	32902006	0.879	243.483	13.185	19	71.35	70.67	33.33
2	I4	8	32900875	0.88	243.76	13.2	17	71.32	70.64	23.81
2	G5	3	32900391	0.899	249.023	13.485	21	70.70	70.01	42.86
3	C3	7	32900107	1.022	283.094	15.33	29	66.69	65.90	80.95
3	C3	9	32901263	1.045	289.465	15.675	15	65.95	65.14	14.29
3	C4	9	32900073	1.05	290.85	15.75	23	65.78	64.97	52.38
3	C2	9	32900059	1.061	293.897	15.915	24	65.42	64.60	57.14
3	D2	9	32900545	1.072	296.944	16.08	26	65.07	64.23	66.67
3	C3	1	32901187	1.089	301.653	16.335	15	64.51	63.67	14.29
3	C3	4	32901889	1.126	311.902	16.89	28	63.31	62.43	76.19
3	D5	4	32901587	1.127	312.179	16.905	16	63.27	62.40	19.05
3	D4	7	32900390	1.149	318.273	17.235	18	62.56	61.67	28.57
3	J1	8	32900695	1.15	318.55	17.25	26	62.52	61.63	66.67
3	C1	9	32901416	1.152	319.104	17.28	27	62.46	61.57	71.43
3	D4	8	32900455	1.165	322.705	17.475	15	62.03	61.13	14.29
3	D2	2	32901809	1.174	325.198	17.61	29	61.74	60.83	80.95
3	B3	4	32901289	1.193	330.461	17.895	17	61.12	60.20	23.81
3	D2	8	32900322	1.194	330.738	17.91	24	61.09	60.16	57.14
3	D4	4	32901769	1.211	335.447	18.165	17	60.54	59.60	23.81
3	J1	4	32901779	1.214	336.278	18.21	23	60.44	59.50	52.38
3	D3	4	32900317	1.222	338.494	18.33	24	60.18	59.23	57.14
3	J1	5	32901189	1.232	341.264	18.48	24	59.85	58.90	57.14
3	J4	5	32901726	1.284	355.668	19.26	32	58.16	57.16	95.24
3	B5	3	32900823	1.299	359.823	19.485	27	57.67	56.66	71.43
3	B3	2	32900163	1.31	362.87	19.65	15	57.31	56.29	14.29
3	K1	3	32901744	1.318	365.086	19.77	23	57.05	56.03	52.38
3	B4	3	32902062	1.329	368.133	19.935	19	56.69	55.66	33.33
3	K1	6	32902005	1.344	372.288	20.16	20	56.20	55.16	38.10
3	B4	7	32900496	1.353	374.781	20.295	31	55.91	54.86	90.48

3	I1	3	32901961	1.353	374.781	20.295	28	55.91	54.86	76.19
3	I3	7	32901987	1.362	377.274	20.43	18	55.61	54.56	28.57
3	K1	8	32901100	1.362	377.274	20.43	30	55.61	54.56	85.71
3	B4	9	32901937	1.371	379.767	20.565	18	55.32	54.26	28.57
3	I1	6	32901142	1.377	381.429	20.655	31	55.13	54.06	90.48
3	I4	2	32901792	1.391	385.307	20.865	27	54.67	53.59	71.43
3	B5	2	32901493	1.393	385.861	20.895	26	54.60	53.53	66.67
3	A1	3	32900031	1.413	391.401	21.195	31	53.95	52.86	90.48
3	I4	10	32901789	1.413	391.401	21.195	16	53.95	52.86	19.05
3	I5	5	32900729	1.419	393.063	21.285	27	53.76	52.66	71.43
3	K1	2	32901741	1.42	393.34	21.3	22	53.72	52.62	47.62
3	I2	6	32900925	1.43	396.11	21.45	17	53.40	52.29	23.81
3	A1	5	32901574	1.434	397.218	21.51	16	53.27	52.16	19.05
3	I5	9	32901823	1.438	398.326	21.57	28	53.14	52.02	76.19
3	I2	9	32900109	1.448	401.096	21.72	15	52.81	51.69	14.29
3	I5	10	32900907	1.462	404.974	21.93	27	52.36	51.22	71.43
3	B1	7	32901916	1.464	405.528	21.96	18	52.29	51.16	28.57
3	A1	2	32901165	1.473	408.021	22.095	16	52.00	50.86	19.05
3	K5	6	32900594	1.478	409.406	22.17	21	51.83	50.69	42.86
3	I3	6	32901885	1.484	411.068	22.26	28	51.64	50.49	76.19
3	F3	4	32901090	1.492	413.284	22.38	15	51.38	50.22	14.29
3	I5	1	32900434	1.5	415.5	22.5	30	51.12	49.96	85.71
3	I5	3	32901053	1.516	419.932	22.74	32	50.60	49.42	95.24
3	G4	1	32901274	1.519	420.763	22.785	18	50.50	49.32	28.57
3	F4	5	32900190	1.53	423.81	22.95	17	50.14	48.95	23.81
3	G4	3	32901946	1.537	425.749	23.055	25	49.91	48.72	61.90
3	J2	1	32901161	1.541	426.857	23.115	21	49.78	48.59	42.86
3	J2	2	32901759	1.559	431.843	23.385	19	49.19	47.99	33.33
3	F3	5	32901533	1.57	434.89	23.55	31	48.84	47.62	90.48
3	J2	3	32900430	1.575	436.275	23.625	22	48.67	47.45	47.62
3	F3	8	32901586	1.59	440.43	23.85	22	48.18	46.95	47.62
3	A4	6	32901300	1.597	442.369	23.955	16	47.96	46.72	19.05
3	H5	5	32900035	1.6	443.2	24	22	47.86	46.62	47.62
3	A4	8	32901945	1.614	447.078	24.21	17	47.40	46.15	23.81
3	F3	3	32900737	1.614	447.078	24.21	19	47.40	46.15	33.33
3	A2	10	32900065	1.616	447.632	24.24	20	47.34	46.09	38.10
3	H5	7	32901483	1.623	449.571	24.345	20	47.11	45.85	38.10
3	E5	2	32901166	1.627	450.679	24.405	32	46.98	45.72	95.24
3	G2	4	32901888	1.648	456.496	24.72	29	46.29	45.02	80.95
3	E5	5	32900089	1.649	456.773	24.735	15	46.26	44.98	14.29
3	F1	3	32901080	1.667	461.759	25.005	16	45.68	44.38	19.05
3	H2	9	32901798	1.689	467.853	25.335	21	44.96	43.65	42.86
3	H3	6	32901840	1.711	473.947	25.665	20	44.24	42.92	38.10
3	H3	10	32900023	1.728	478.656	25.92	20	43.69	42.35	38.10
3	A3	7	32900484	1.789	495.553	26.835	26	41.70	40.31	66.67
3	A3	9	32900785	1.807	500.539	27.105	30	41.11	39.71	85.71

3	A5	5	32901132	1.816	503.032	27.24	17	40.82	39.41	23.81
3	A3	10	32901095	1.825	505.525	27.375	22	40.53	39.11	47.62
4	A2	3	32901814	1.523	421.871	22.845	22	50.37	49.19	47.62
4	A2	9	32901531	1.599	442.923	23.985	18	47.89	46.65	28.57
4	A2	1	32900351	1.646	455.942	24.69	22	46.36	45.08	47.62
4	E4	9	32900863	1.706	472.562	25.59	25	44.40	43.08	61.90
4	E2	8	32900861	1.725	477.825	25.875	24	43.79	42.45	57.14
4	E4	10	32901589	1.732	479.764	25.98	16	43.56	42.22	19.05
4	E2	9	32900860	1.744	483.088	26.16	25	43.17	41.81	61.90
4	E2	10	32900559	1.768	489.736	26.52	28	42.38	41.01	76.19
4	G5	5	32900841	1.768	489.736	26.52	27	42.38	41.01	71.43
4	E3	4	32901222	1.772	490.844	26.58	32	42.25	40.88	95.24
4	E5	2	32900738	1.774	491.398	26.61	23	42.19	40.81	52.38
4	F1	5	32901473	1.775	491.675	26.625	21	42.16	40.78	42.86
4	E1	7	32901499	1.784	494.168	26.76	25	41.86	40.48	61.90
4	E5	5	32900866	1.793	496.661	26.895	29	41.57	40.18	80.95
4	E1	8	32900932	1.806	500.262	27.09	16	41.15	39.75	19.05
4	E2	5	32902013	1.806	500.262	27.09	19	41.15	39.75	33.33
4	E2	6	32901806	1.822	504.694	27.33	32	40.62	39.21	95.24
4	H5	2	32900323	1.826	505.802	27.39	26	40.49	39.08	66.67
4	F2	10	32900883	1.839	509.403	27.585	31	40.07	38.65	90.48
4	H5	9	32901270	1.852	513.004	27.78	27	39.65	38.21	71.43
4	H3	8	32902038	1.875	519.375	28.125	23	38.90	37.44	52.38
4	F1	2	32900468	1.878	520.206	28.17	21	38.80	37.34	42.86
4	B4	2	32901913	1.88	520.76	28.2	17	38.73	37.28	23.81
4	B3	1	32900421	1.903	527.131	28.545	29	37.98	36.51	80.95
4	B3	2	32900857	1.922	532.394	28.83	32	37.37	35.88	95.24
4	B5	6	32900920	1.947	539.319	29.205	31	36.55	35.04	90.48
4	H3	1	32901313	1.953	540.981	29.295	24	36.36	34.84	57.14
4	H3	9	32901938	1.953	540.981	29.295	19	36.36	34.84	33.33
4	H2	4	32900216	1.956	541.812	29.34	27	36.26	34.74	71.43
4	H3	2	32901617	1.971	545.967	29.565	20	35.77	34.24	38.10
4	H4	7	32901194	1.975	547.075	29.625	25	35.64	34.11	61.90
4	H2	6	32900511	1.98	548.46	29.7	21	35.48	33.94	42.86
4	F3	1	32900359	1.985	549.845	29.775	28	35.31	33.77	76.19
4	H3	4	32901487	1.991	551.507	29.865	24	35.12	33.57	57.14
4	H4	8	32901634	1.999	553.723	29.985	24	34.86	33.31	57.14
4	F4	5	32900836	2.004	555.108	30.06	26	34.69	33.14	66.67
4	H4	10	32900096	2.017	558.709	30.255	22	34.27	32.71	47.62
4	G1	7	32901805	2.019	559.263	30.285	17	34.20	32.64	23.81
4	B5	9	32901601	2.025	560.925	30.375	16	34.01	32.44	19.05
4	F4	6	32900837	2.028	561.756	30.42	27	33.91	32.34	71.43
4	H4	3	32901765	2.035	563.695	30.525	16	33.68	32.11	19.05
4	F4	7	32900838	2.048	567.296	30.72	16	33.26	31.67	19.05
4	H4	4	32901766	2.055	569.235	30.825	15	33.03	31.44	14.29
4	H2	1	32901155	2.057	569.789	30.855	23	32.97	31.37	52.38

4	H4	6	32901764	2.076	575.052	31.14	15	32.35	30.74	14.29
4	G1	2	32901988	2.083	576.991	31.245	15	32.12	30.50	14.29
4	F4	10	32900457	2.086	577.822	31.29	28	32.02	30.40	76.19
4	G1	3	32901244	2.101	581.977	31.515	18	31.53	29.90	28.57
4	G1	4	32900566	2.117	586.409	31.755	20	31.01	29.37	38.10
4	G1	6	32901283	2.141	593.057	32.115	29	30.23	28.57	80.95
4	F5	1	32901248	2.146	594.442	32.19	32	30.07	28.40	95.24
4	B2	2	32900478	2.262	626.574	33.93	18	26.29	24.53	28.57
4	G4	1	32900157	2.278	631.006	34.17	19	25.76	24.00	33.33
4	G4	5	32900853	2.3	637.1	34.5	18	25.05	23.27	28.57
4	G4	6	32900851	2.317	641.809	34.755	24	24.49	22.70	57.14
4	B1	2	32900867	2.34	648.18	35.1	20	23.74	21.93	38.10
4	B1	10	32900012	2.34	648.18	35.1	21	23.74	21.93	42.86
4	B1	3	32900422	2.358	653.166	35.37	29	23.16	21.33	80.95
4	G2	5	32900849	2.376	658.152	35.64	27	22.57	20.73	71.43
4	B1	4	32901301	2.382	659.814	35.73	19	22.37	20.53	33.33
4	B1	7	32901736	2.4	664.8	36	25	21.79	19.93	61.90
4	D4	6	32900882	2.404	665.908	36.06	18	21.66	19.80	28.57
4	G2	2	32900402	2.412	668.124	36.18	30	21.40	19.53	85.71
4	A5	5	32901611	2.418	669.786	36.27	15	21.20	19.33	14.29
4	A5	7	32901524	2.437	675.049	36.555	22	20.58	18.69	47.62
5	F4	4	32900044	0.483	133.791	7.245	26	84.26	83.89	66.67
5	G4	1	32900050	0.53	146.81	7.95	20	82.73	82.32	38.10
5	G4	5	32900220	0.572	158.444	8.58	26	81.36	80.92	66.67
5	F4	9	32901394	0.589	163.153	8.835	18	80.81	80.35	28.57
5	F3	1	32901059	0.594	164.538	8.91	16	80.64	80.18	19.05
5	E3	10	32900336	0.6	166.2	9	19	80.45	79.98	33.33
5	F4	2	32900146	0.605	167.585	9.075	27	80.28	79.82	71.43
5	G4	3	32901149	0.608	168.416	9.12	17	80.19	79.72	23.81
5	G3	4	32901185	0.612	169.524	9.18	15	80.06	79.58	14.29
5	F3	8	32900382	0.615	170.355	9.225	21	79.96	79.48	42.86
5	F4	10	32900383	0.626	173.402	9.39	23	79.60	79.11	52.38
5	G4	4	32900571	0.626	173.402	9.39	20	79.60	79.11	38.10
5	H5	6	32901195	0.63	174.51	9.45	28	79.47	78.98	76.19
5	G3	8	32901192	0.631	174.787	9.465	25	79.44	78.95	61.90
5	F3	9	32901061	0.634	175.618	9.51	22	79.34	78.85	47.62
5	H4	1	32902030	0.638	176.726	9.57	20	79.21	78.71	38.10
5	H5	7	32901243	0.647	179.219	9.705	18	78.92	78.41	28.57
5	F1	5	32900338	0.649	179.773	9.735	18	78.85	78.35	28.57
5	H4	2	32900271	0.656	181.712	9.84	19	78.62	78.11	33.33
5	F3	10	32901212	0.658	182.266	9.87	18	78.56	78.05	28.57
5	H2	5	32901908	0.658	182.266	9.87	25	78.56	78.05	61.90
5	H5	8	32901107	0.663	183.651	9.945	19	78.39	77.88	33.33
5	H4	7	32900644	0.682	188.914	10.23	17	77.77	77.25	23.81
5	H5	10	32900309	0.686	190.022	10.29	20	77.64	77.11	38.10
5	E5	6	32900355	0.687	190.299	10.305	17	77.61	77.08	23.81

5	I3	3	32901033	0.694	192.238	10.41	21	77.38	76.85	42.86
5	H4	10	32900029	0.7	193.9	10.5	26	77.19	76.65	66.67
5	E5	7	32900399	0.704	195.008	10.56	21	77.06	76.51	42.86
5	H3	1	32900066	0.709	196.393	10.635	28	76.89	76.35	76.19
5	E2	2	32902033	0.712	197.224	10.68	21	76.80	76.25	42.86
5	I3	6	32901984	0.715	198.055	10.725	15	76.70	76.15	14.29
5	G2	8	32901119	0.72	199.44	10.8	17	76.54	75.98	23.81
5	E3	5	32900209	0.722	199.994	10.83	18	76.47	75.91	28.57
5	E5	8	32901346	0.726	201.102	10.89	15	76.34	75.78	14.29
5	H3	3	32900063	0.727	201.379	10.905	15	76.31	75.75	14.29
5	E2	3	32900456	0.728	201.656	10.92	22	76.28	75.71	47.62
5	H5	1	32901555	0.728	201.656	10.92	24	76.28	75.71	57.14
5	G5	4	32901038	0.736	203.872	11.04	24	76.02	75.44	57.14
5	H3	5	32900712	0.743	205.811	11.145	15	75.79	75.21	14.29
5	G5	7	32901037	0.755	209.135	11.325	20	75.40	74.81	38.10
5	E1	2	32900199	0.758	209.966	11.37	27	75.30	74.71	71.43
5	H3	9	32901665	0.767	212.459	11.505	25	75.00	74.41	61.90
5	H1	3	32900689	0.775	214.675	11.625	21	74.74	74.14	42.86
5	B4	8	32901870	0.776	214.952	11.64	20	74.71	74.11	38.10
5	G5	8	32900332	0.777	215.229	11.655	29	74.68	74.08	80.95
5	H2	1	32900164	0.78	216.06	11.7	16	74.58	73.98	19.05
5	G1	2	32900296	0.781	216.337	11.715	26	74.55	73.94	66.67
5	E5	2	32900230	0.785	217.445	11.775	21	74.42	73.81	42.86
5	E4	3	32901054	0.786	217.722	11.79	16	74.39	73.78	19.05
5	D5	4	32900090	0.793	219.661	11.895	26	74.16	73.54	66.67
5	G5	9	32901497	0.794	219.938	11.91	28	74.12	73.51	76.19
5	H1	6	32901376	0.794	219.938	11.91	20	74.12	73.51	38.10
5	F2	9	32900697	0.798	221.046	11.97	22	73.99	73.38	47.62
5	G1	5	32901030	0.798	221.046	11.97	21	73.99	73.38	42.86
5	B1	10	32901607	0.805	222.985	12.075	16	73.77	73.14	19.05
5	B5	9	32901567	0.806	223.262	12.09	24	73.73	73.11	57.14
5	B2	2	32901770	0.808	223.816	12.12	27	73.67	73.04	71.43
5	E4	4	32901055	0.812	224.924	12.18	19	73.54	72.91	33.33
5	H1	7	32901514	0.818	226.586	12.27	20	73.34	72.71	38.10
5	B3	3	32901702	0.827	229.079	12.405	20	73.05	72.41	38.10
5	B5	10	32901579	0.828	229.356	12.42	17	73.02	72.38	23.81
5	E4	7	32900463	0.83	229.91	12.45	20	72.95	72.31	38.10
5	B2	5	32901350	0.832	230.464	12.48	28	72.89	72.24	76.19
5	H1	8	32900847	0.838	232.126	12.57	23	72.69	72.04	52.38
5	B3	10	32900092	0.845	234.065	12.675	28	72.46	71.81	76.19
5	C5	3	32901986	0.845	234.065	12.675	18	72.46	71.81	28.57
5	B4	9	32901971	0.854	236.558	12.81	29	72.17	71.51	80.95
6	A1	2	32901629	6.201	1717.677	93.015	13	0.00	0.00	4.76
6	A1	4	32901436	6.218	1722.386	93.27	11	0.00	0.00	-4.76
6	A1	6	32901550	6.234	1726.818	93.51	9	0.00	0.00	-14.29
6	A3	3	32901551	5.953	1648.981	89.295	11	0.00	0.00	-4.76

6	A3	9	32901628	5.972	1654.244	89.58	9	0.00	0.00	-14.29
6	A4	4	32901446	6.118	1694.686	91.77	9	0.00	0.00	-14.29
6	A5	9	32901634	5.68	1573.36	85.2	11	0.00	0.00	-4.76
6	A5	10	32901768	5.698	1578.346	85.47	13	0.00	0.00	4.76
6	B1	2	32901508	6.324	1751.748	94.86	10	0.00	0.00	-9.52
6	B1	8	32901414	6.342	1756.734	95.13	10	0.00	0.00	-9.52
6	B1	9	32900885	6.36	1761.72	95.4	12	0.00	0.00	0.00
6	B2	7	32900707	5.62	1556.74	84.3	14	0.00	0.00	9.52
6	B3	2	32901486	5.896	1633.192	88.44	14	0.00	0.00	9.52
6	B3	5	32901476	5.919	1639.563	88.785	13	0.00	0.00	4.76
6	B4	5	32901345	5.648	1564.496	84.72	11	0.00	0.00	-4.76
6	B5	1	32901626	5.504	1524.608	82.56	13	0.00	0.00	4.76
6	B5	2	32901354	5.402	1496.354	81.03	9	0.00	0.00	-14.29
6	B5	4	32901409	5.42	1501.34	81.3	12	0.00	0.00	0.00
6	C1	2	32900171	5.448	1509.096	81.72	10	0.00	0.00	-9.52
6	C1	7	32901613	5.406	1497.462	81.09	14	0.00	0.00	9.52
6	C2	3	32901479	5.145	1425.165	77.175	13	0.00	0.00	4.76
6	C3	2	32901374	6.085	1685.545	91.275	13	0.00	0.00	4.76
6	C3	3	32901478	6.103	1690.531	91.545	10	0.00	0.00	-9.52
6	C4	1	32901375	6.061	1678.897	90.915	13	0.00	0.00	4.76
6	C5	1	32901384	4.87	1348.99	73.05	13	0.00	0.00	4.76
6	C5	10	32901637	4.771	1321.567	71.565	11	0.00	0.00	-4.76
6	D1	2	32901223	4.687	1298.299	70.305	14	0.00	0.00	9.52
6	D1	5	32901395	4.711	1304.947	70.665	14	0.00	0.00	9.52
6	D1	10	32901458	4.729	1309.933	70.935	9	0.00	0.00	-14.29
6	D2	8	32901447	4.359	1207.443	65.385	12	0.00	0.00	0.00
6	D3	1	32901646	5.16	1429.32	77.4	11	0.00	0.00	-4.76
6	D3	7	32901648	5.237	1450.649	78.555	10	0.00	0.00	-9.52
6	E1	3	32901260	4.964	1375.028	74.46	12	0.00	0.00	0.00
6	E2	7	32901639	4.735	1311.595	71.025	11	0.00	0.00	-4.76
6	E2	8	32900046	4.759	1318.243	71.385	11	0.00	0.00	-4.76
6	E3	2	32901404	4.728	1309.656	70.92	10	0.00	0.00	-9.52
6	E3	3	32901408	4.746	1314.642	71.19	10	0.00	0.00	-9.52
6	E4	6	32901415	4.136	1145.672	62.04	9	0.00	0.00	-14.29
6	E4	8	32900316	4.154	1150.658	62.31	11	0.00	0.00	-4.76
6	E5	2	32901275	3.943	1092.211	59.145	10	0.00	0.00	-9.52
6	E5	8	32901360	3.965	1098.305	59.475	13	0.00	0.00	4.76
6	F1	4	32900536	4.715	1306.055	70.725	12	0.00	0.00	0.00
6	F1	7	32901393	4.731	1310.487	70.965	14	0.00	0.00	9.52
6	F3	9	32901389	4.175	1156.475	62.625	13	0.00	0.00	4.76
6	F4	2	32901620	3.741	1036.257	56.115	13	0.00	0.00	4.76
6	F5	2	32901367	6.168	1708.536	92.52	9	0.00	0.00	-14.29
6	F5	4	32901378	6.254	1732.358	93.81	12	0.00	0.00	0.00
6	F5	10	32901381	6.272	1737.344	94.08	14	0.00	0.00	9.52
6	G1	5	32901474	6.196	1716.292	92.94	9	0.00	0.00	-14.29
6	G2	4	32901495	5.81	1609.37	87.15	10	0.00	0.00	-9.52

6	G2	6	32901481	5.708	1581.116	85.62	10	0.00	0.00	-9.52
6	G2	10	32901640	5.726	1586.102	85.89	12	0.00	0.00	0.00
6	G3	4	32901631	5.535	1533.195	83.025	14	0.00	0.00	9.52
6	G3	5	32901590	5.553	1538.181	83.295	14	0.00	0.00	9.52
6	G4	3	32901682	5.279	1462.283	79.185	10	0.00	0.00	-9.52
6	G5	6	32901650	4.812	1332.924	72.18	9	0.00	0.00	-14.29
6	H1	6	32900105	4.396	1217.692	65.94	14	0.00	0.00	9.52
6	H1	7	32901723	4.28	1185.56	64.2	11	0.00	0.00	-4.76
6	H3	1	32900675	4.384	1214.368	65.76	10	0.00	0.00	-9.52
6	H3	5	32901443	4.402	1219.354	66.03	9	0.00	0.00	-14.29
6	H4	4	32901734	4.089	1132.653	61.335	12	0.00	0.00	0.00
6	H4	9	32901422	4.113	1139.301	61.695	13	0.00	0.00	4.76
6	H5	2	32900769	3.81	1055.37	57.15	13	0.00	0.00	4.76
6	H5	4	32900831	3.828	1060.356	57.42	9	0.00	0.00	-14.29
6	H5	6	32901843	3.848	1065.896	57.72	9	0.00	0.00	-14.29
6	H5	8	32901722	3.869	1071.713	58.035	13	0.00	0.00	4.76
6	H5	9	32901670	3.768	1043.736	56.52	9	0.00	0.00	-14.29
6	I1	1	32901277	4.296	1189.992	64.44	11	0.00	0.00	-4.76

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

3.2.3. Análisis de los datos.

Tomando en consideración las tablas 3-8, 3-9 y 3-10 se puede determinar:

- En el distrito 1 la Resistencia de Bucle llega al 92.54 %, la Atenuación 92.36% y el SNR 95.45% y llegando a valores mínimos en 45.64%, 44.35% y 14.29 % respectivamente, considerándose un sector donde la red de telefonía se encuentra en buen funcionamiento cumpliendo con lo estipulado con los protocolos de buen funcionamiento de redes telefónicas de la CNT EP.
- En el distrito 2 la Resistencia de Bucle llega al 93.51 %, la Atenuación 93.36% y el SNR 95.45% y llegando a valores mínimos en 69.37%, 68.64% y 14.29 % respectivamente, considerándose un sector donde la red de telefonía se encuentra en buen funcionamiento cumpliendo con lo estipulado con los protocolos de buen funcionamiento de redes telefónicas de la CNT EP.
- En el distrito 3 la Resistencia de Bucle llega al 66.69 %, la Atenuación 65.90% y el SNR 95.24% y llegando a valores mínimos en 33.94%, 32.37% y 14.29 % respectivamente, siendo la distancia más lejana 2.27 Km debido a que la atenuación y la resistencia de bucle depende de la distancia, considerándose un sector donde la red de telefonía se encuentra en buen funcionamiento cumpliendo con lo estipulado con los protocolos de buen funcionamiento de redes telefónicas de la CNT EP.

- En el distrito 4 la Resistencia de Bucle llega al 50.37 %, la Atenuación 49.19% y el SNR 95.24% y llegando a valores mínimos en 6.70%, 4.48% y 14.29 % respectivamente, siendo la distancia más lejana 2.86 Km debido a que la atenuación y la resistencia de bucle depende de la distancia, considerándose un sector donde la red de telefonía se encuentra en buen funcionamiento cumpliendo con lo estipulado con los protocolos de buen funcionamiento de redes telefónicas de la CNT EP.
- En el distrito 5 la Resistencia de Bucle llega al 84.26 %, la Atenuación 83.89% y el SNR 80.95% y llegando a valores mínimos en 35.83%, 34.31% y 14.29 % respectivamente, considerándose un sector donde la red de telefonía se encuentra en buen funcionamiento cumpliendo con lo estipulado con los protocolos de buen funcionamiento de redes telefónicas de la CNT EP.
- En el distrito 6 la Resistencia de Bucle y la Atenuación se encuentran fuera de los parámetros normales y los SNR son demasiados bajos con un valor de 9.52%, debido a que en este sector la distancia máxima de la red telefónica es de 6.36 Km y la mínima de 3.74 Km, considerándose un sector donde la red de telefonía se encuentra con valores deficientes para el buen funcionamiento, en el cual se evidencia mayor limitación al acceso a los servicios de telefonía fija e internet.

3.2.4. Selección del distrito Crítico.

En base a la análisis realizado en el ítem anterior es de vital necesidad la implementación de una Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/ FTTX, en el sector que comprende el distrito 6, el cual comprende los barrios; San Gregorio, San Francisco, El Rosario, Los Elenes, Langos Panamericana, La Inmaculada y Langos Chico. La migración de los clientes a la Red de Acceso de Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/ FTTX permitirá reducir la distancia, la atenuación y resistencia de Bucle de Abonado, mejorando la velocidad del servicio de internet y ofreciendo de una alta capacidad de carga o descarga a los usuarios de la red.

Para poder verificar los resultados en el desarrollo del presente trabajo, luego de identificar el distrito en el cual es factible la implementación de la Red de Acceso de Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/ FTTX, se procedió a realizar mediciones en toda la red del distrito 6 y como resultado tenemos las tablas 3-15 y 3-16.

Las regletas de red Primaria Armario 6 tienen un bucle promedio de 970Ω lo que impide poder brindar servicios de Internet y datos en la zona de influencia de dicho distrito.

Tabla 3-12 Mediciones de Resistencia de Bucle Red Primaria Distrito 6.

REGLETA	RESISTENCIA DE BUCLE(Ω)
31	973
32	970
33	968
34	969
35	967
36	970

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

Tabla 3-13 Mediciones de Resistencia se Bucle Red Secundaria Distrito 6.

CAJA	Res.	CAJA	Res.	CAJA	Res.	CAJA	Res.	CAJA	RES.
A1	1855Ω	A2	1820Ω	A3	1770Ω	A4	1804Ω	A5	1711Ω
B1	1791Ω	B2	1738Ω	B3	1733Ω	B4	1684Ω	B5	1637Ω
C1	1634Ω	C2	1556Ω	C3	1571Ω	C4	1548Ω	C5	1456Ω
D1	1425Ω	D2	1316Ω	D3	1615Ω	D4	1515Ω	D5	1463Ω
E1	1343Ω	E2	1290Ω	E3	1277Ω	E4	1121Ω	E5	1056Ω
F1	1269Ω	F2	1208Ω	F3	1122Ω	F4	991Ω	F5	974Ω
G1	1682Ω	G2	1440Ω	G3	1376Ω	G4	1273Ω	G5	1175Ω
H1	1402Ω	H2	1370Ω	H3	1186Ω	H4	1116Ω	H5	1022Ω
I1	1143Ω								

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

La resistencia de bucle en cada una de las cajas está tomada como referencia en cada una de las cajas del distrito desde la central telefónica. El bucle promedio de la red en la actualidad es de 1414Ω.

3.3. Diseño de la Red de Acceso de Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/ FTTX

Mediante el análisis realizado y la identificación del sector donde es necesario la implementación de la Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/ FTTX. En el presente capítulo de este trabajo investigativo se orienta en tres fases debidamente detalladas y analizadas, siempre con el propósito de cumplir con el objetivo principal, el cual es mejorar el servicio en redes telefónicas, las cuatro fases planteadas son:

- Análisis de la Red de Cobre Existente
- Diseño de la red de Accesos.
- Simulación de la Red de Fibra.

En la figura (Figura 3-2) se indica de forma general las fases utilizadas en el presente proyecto.

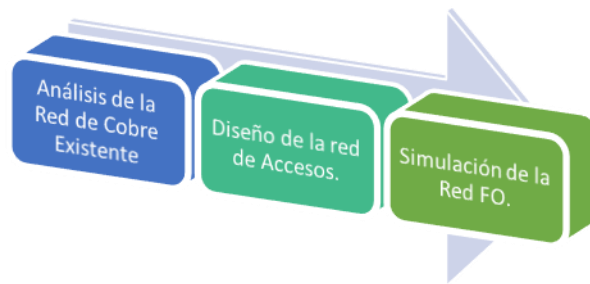


Figura 3-2 Detalle las fases del trabajo

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019

3.3.1. *Análisis de la Red de Cobre Existente*

El distrito 6 de la Central Telefónica de Guano se encuentra ubicado en Langos Panamericana y Vía a Riobamba a 3.526 Km de la central y su cobertura comprende los barrios; San Gregorio, San Francisco, El Rosario, Los Elenes, Langos Panamericana, La Inmaculada y Langos Chico, proveyendo de servicio de telefonía fija e internet a 232 usuarios, cuya ubicación geográfica se muestra en la figura 3-3.



Figura 3-3 Cobertura de Red del Distrito 6.

Fuente: Google Earth

El distrito 6 se encuentra distribuido de la siguiente manera:

- Red Primaria: 300 pares (Regletas 31 a la 36)
- Red Secundaria: 450 pares (Series A,B,C,D,E,F,G,H,I)

La Red Secundaria se encuentra en perfecto funcionamiento, se ha recopilado los datos de distancias tanto de la caja de dispersión más lejana, así como la distancia de la central hasta el armario de distribución. Estos datos nos ayudarán al dimensionamiento de los nuevos equipos y enlaces necesarios para la implementación del servicio propuesto. En la figura 3-4 se detalla la cobertura de la red secundaria del distrito 6.

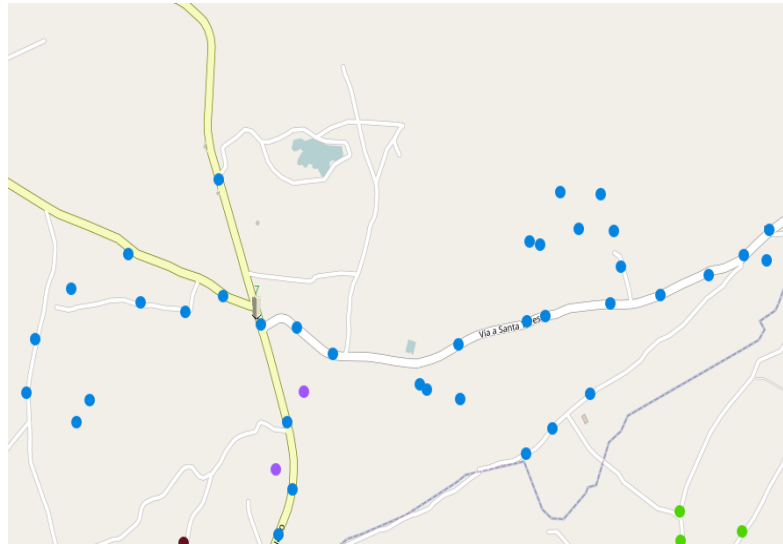


Figura 3-4 Cobertura Red Secundaria Distrito 6.
Fuente: Plataforma GIS CNT EP

El objetivo es utilizar la mayor parte de la infraestructura instalada, mediante la tecnología de acceso VDSL, la cual puede mantener la red secundaria de cobre existente, realizando un estudio de cobertura de la red se encontró que la mejor ubicación del equipo de plataforma exterior es en el sector del Cisne 1 Km vía Los Elenes como muestra la figura 14-4, el cual tendrá una cobertura a los barrios San Gregorio, San Francisco, El Rosario, Los Elenes, Langos Panamericana, La Inmaculada y Langos Chico

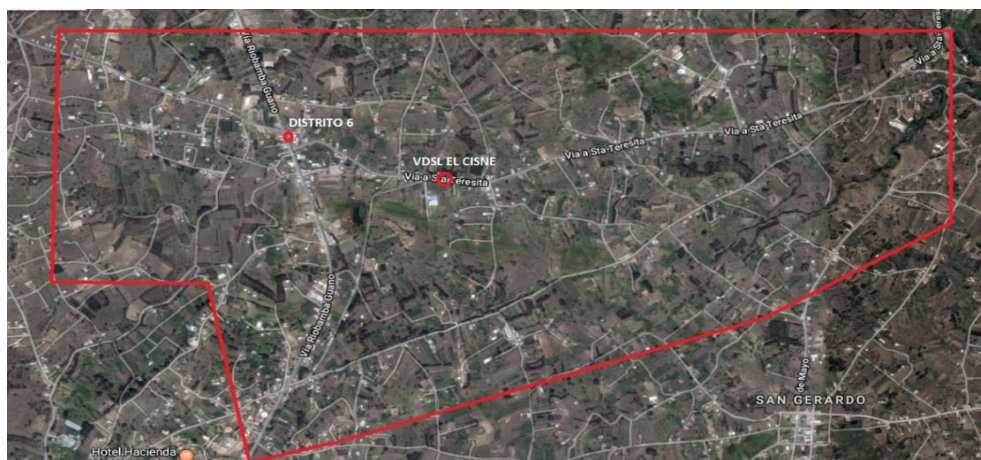


Figura 3-5 Ubicación Equipo de Plataforma Exterior.
Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.



Figura 3-6 Equipo de Plataforma Ext. y Armario Reflejo.
Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

3.3.2. *Diseño de la red de Accesos.*

Para Diseño e Implementación de la Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/FTTX, se realizara bajo el criterio de la Normativa de Diseño de Planta Externa con Plataformas de Acceso Exterior para Despliegue de Red con Tecnología VDSL/FTTC, por consiguiente uno de los elementos fundamentales en el diseño es la fibra óptica. Para realizar el diseño se debe precisar primero algunas cualidades que se mencionan a continuación:

- Tipo de fibra óptica a utilizar: monomodo aérea G-652D de 144 y 12 hilos.
- Tipo de tendido de fibra óptica (aérea y subterránea).
- Equipos de telecomunicaciones y elementos que conforman la red de acceso.

La elección de cada uno de los puntos citados anteriormente se define en base a criterios técnicos y de costo-beneficio.

3.3.2.1. *Ruta de la Red de Acceso con Fibra Óptica*

En la figura 16-4 se muestra un breve diagrama de la red de fibra óptica. La Red de Accesos con fibra óptica se proveerá del servicio desde el nodo AMG UNACH, en la figura 17-4 se puede observar el diagramas de transmisión, con fibra óptica G652D de 144 hilos el enlace se despliega por la vía a Guano 2.5 Km hasta llega al desvió de Santa Teresita sector La Capilla, en la cual se ubica empalme y de ahí continua el despliegue de la fibra óptica G6652D 12 hilos 900 m., hasta llegar a la ubicación del equipo de plataforma exterior llamado VDSL EL CISNE.

Mediante cable múltipar de cobre se realiza la conexión con el armario reflejo el cual proveerá el servicio a todo el sector.

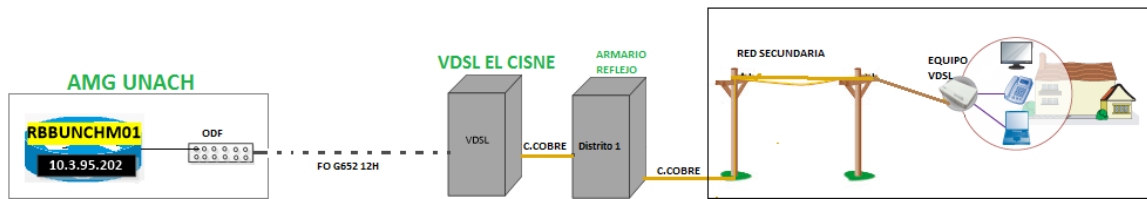


Figura 3-7 Red de Fibra Óptica.

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

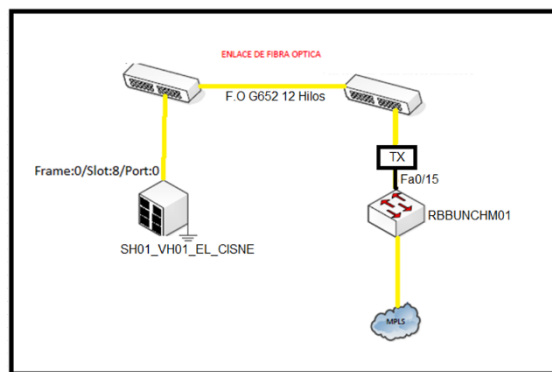


Figura 3-8 Diagrama de Transmisión Red de Fibra Óptica.

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

En la figura 3-9 se muestra el despliegue de red secundaria del sector



Figura 3-9 Red Secundaria sector El Cisne.

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

Para análisis de los datos en lo posterior la nueva Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/FTTX, se mantendrá con los datos creados en el sistema Open Flexis de CNT EP., de la siguiente manera:

Tabla 3-14 Datos de la nueva Red telefónica

	RED DE BAJA	RED DE ALTA	OBSEVACIÓN
Central	GUANO	VDSL EL CISNE SIP	CAMBIA
Distrito	D6	D1	CAMBIA
Red Primaria	Regletas 31 a la 36	Regletas 101 a la 105	CAMBIA
Red Secundaria	Series A,B,C,D,E,F,G,H,I	Series A,B,C,D,E,F,G,H,I	SE MANTIENE
Numeración	Serie numérica 32900000 y 3290100	Serie numérica 32221000	CAMBIA

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

3.3.2.2. Equipos de Telecomunicaciones y Elementos que conforman esta Red de Acceso.

La red de acceso cuenta con elementos y equipos detallados a continuación:

- Fibra Óptica.
- Par trenzado de cobre.
- DSLAM VDSL2.
- ODF.
- Conectores de fibra óptica.
- Patch Cord de fibra óptica y UTP.
- Racks.
- UPS.
- MODEM VDSL (usuario)

3.3.2.3. Presupuesto Red de Accesos de Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/FTTX

En la tabla 27-4 se muestra el presupuesto utilizado en la construcción de la Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/FTTX.

Tabla 3-15 Presupuesto de Red de Accesos.

ENLACE DE FIBRA NODO UNACH - VDSL EL CISNE				
UNIDAD DE PLANTA	UN	CANT	P. UNI	TOTAL
SUMINISTRO Y EJECUCIÓN DE EMPALME AÉREO POR FUSION 12 FIBRAS ÓPTICAS	U	1.00	\$ 322.04	\$ 322.04
SUMINISTRO Y EJECUCIÓN DE HERRAJE FAROL PARA CABLE DE FIBRA OPTICA	U	2.00	\$ 46.99	\$ 93.98
SUMINISTRO Y EJECUCIÓN DE HERRAJE TIPO A PARA CABLE DE FIBRA OPTICA ADSS	U	10.00	\$ 9.99	\$ 99.90
SUMINISTRO Y EJECUCIÓN DE HERRAJE TIPO B PARA CABLE FIBRA OPTICA FIGURA 8	U	9.00	\$ 8.05	\$ 72.45
IDENTIFICADOR ACRÍLICO DE FIBRA ÓPTICA CANALIZADO 8x4 CM	U	5.00	\$ 5.10	\$ 25.50
IDENTIFICADOR ACRÍLICO DE FIBRA OPTICA AEREO 12X6 CM	U	20.00	\$ 6.10	\$ 122.00
INSTALACION ACOPLADOR FC/PC	U	1.00	\$ 5.75	\$ 5.75
INSTALACION ACOPLADOR SC	U	1.00	\$ 5.75	\$ 5.75
INSTALACION ACOPLADOR ST	U	2.00	\$ 5.75	\$ 11.50
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MANGUERA CORRUGADA DE 1"	m	60.00	\$ 2.53	\$ 151.80
INSTALACION ODF 6 PUERTOS G.655	U	1.00	\$ 313.69	\$ 313.69
INSTALACION ODF 12 PUERTOS G.655	U	1.00	\$ 384.93	\$ 384.93
INSTALACION PORTA RESERVAS FIBRA OPTICA POZO	U	1.00	\$ 23.64	\$ 23.64
PRUEBA BIDIRECCIONAL DE TRANSMISIÓN FIBRA ÓPTICA (POR PUNTA. POR FIBRA. EN 1 VENTANA) + TRAZA REFLECTOMETRICA	PTO	30.00	\$ 15.72	\$ 471.60
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX	m	1.00	\$ 27.43	\$ 27.43
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX	m	3.00	\$ 27.49	\$ 82.47
SUMINISTRO E INSTALACION DE PREFORMADO PARA VANOS DE 200 m PARA FIBRA ADSS	U	44.00	\$ 63.33	\$ 2,786.52
SUMINISTRO Y EJECUCIÓN DE EMPALME SUBTERRÁNEO POR FUSIÓN 12 FIBRAS ÓPTICAS	U	1.00	\$ 323.24	\$ 323.24
TENDIDO DE CABLE AÉREO 12 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO ADSS G.652 (VANOS 80 m)	m	1000.00	\$ 1.94	\$ 1,940.00
TENDIDO DE CABLE AÉREO 144 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO ADSS G.652 (VANOS 80 m)	m	2500.00	\$ 4.78	\$ 11,950.00
SUBIDA A POSTE PARA FIBRA ÓPTICA	U	3.00	\$ 55.71	\$ 167.13
RED PRIMARIA				
CATASTROS	u	1.00	\$ 4.01	\$ 4.01
SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 0.4 mm 100 PARES	m	40.80	\$ 6.68	\$ 272.54
SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 0.4 mm 50 PARES	m	10.20	\$ 3.57	\$ 36.41
NUMERACIÓN DE CABLE 100 PARES	u	4.20	\$ 16.89	\$ 70.94
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REGLETA DE ARMARIO PRIMARIA DE 100 PARES	u	4.00	\$ 143.55	\$ 574.20
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REGLETA DE ARMARIO PRIMARIA DE 50 PARES	u	1.00	\$ 91.65	\$ 91.65
PRUEBAS DE TRANSMISIÓN 100 PARES	u	4.20	\$ 45.36	\$ 190.51
INSTALACIÓN DE REGLETA DE DISTRIBUIDOR DE 100 PARES (SOLO MO)	u	4.00	\$ 15.23	\$ 60.92

ARMARIO POLIÉSTER 150 PARES 1200 PARES	U	1.00	\$ 1,045.74	\$ 1,045.74
EQUIPO HUAWEI MSAN SMARTAX MA5603	U	1.00	\$ 28,000.00	\$ 28,000.00
CABLE CANALIZADO 0,4MM 150 PARES	m	15.00	\$ 10.03	\$ 150.45
CATASTROS	HOJA	3.00	\$ 3.61	\$ 10.83
CRUZADA EN DISTRIBUIDOR	U	27.00	\$ 4.29	\$ 115.83
HERRAJE DE POZO	U	2.00	\$ 80.28	\$ 160.56
NUMERACIÓN DE CABLE 100 PARES	U	1.50	\$ 15.03	\$ 22.55
PLANOS DE OBRA	m ²	0.50	\$ 36.17	\$ 18.09
PRUEBAS DE TRANSMISIÓN 100 PARES	U	1.50	\$ 41.11	\$ 61.67
REGLETA DE ARMARIO 100 PARES	U	5.00	\$ 122.40	\$ 612.00
TOTAL			\$ 53,281.21	

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

3.3.2.4. Costo Beneficio

El costo–beneficio que obtendrá la CNT EP., está dado por el costo mensual que solventaran los usuarios que van a utilizar la red implementada. Al valor total pagado por los clientes se deberá restar el consto de mantenimiento y calcularse el tiempo en que se recuperará la inversión, como detalla la tabla 3-19.

Tabla 3-16 Costo Beneficio de la Red de Accesos.

Número de Clientes	Precio Mensual	Ingreso Total	Costo de Mantenimiento	Costo Total de la Red de Acceso	Recuperación de la Inversión
323	\$27.36	\$8,837.28	0	\$ 53.281.21	6.02

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019

La CNT EP., recuperará la inversión de esta red en aproximadamente 6 meses, el costo de mantenimiento es igual a \$0.00 debido a que la red es nueva.

3.4. SIMULACIÓN DE LA RED DE FIBRA.

3.4.1. Esquema de la Red

Para este diseño de la Red de Accesos con fibra óptica utilizamos el simulador OptiSystem que nos permite visualizar los parámetros que se dan en un enlace real con fibra óptica. Para este diseño utilizaremos el ejemplo que se muestra en la figura 18-4, que es un sistema WDM (Multiplexación por División de Onda). En la figura 19-4 nuestra una analogía entre un sistema WDM con la Red de Accesos.

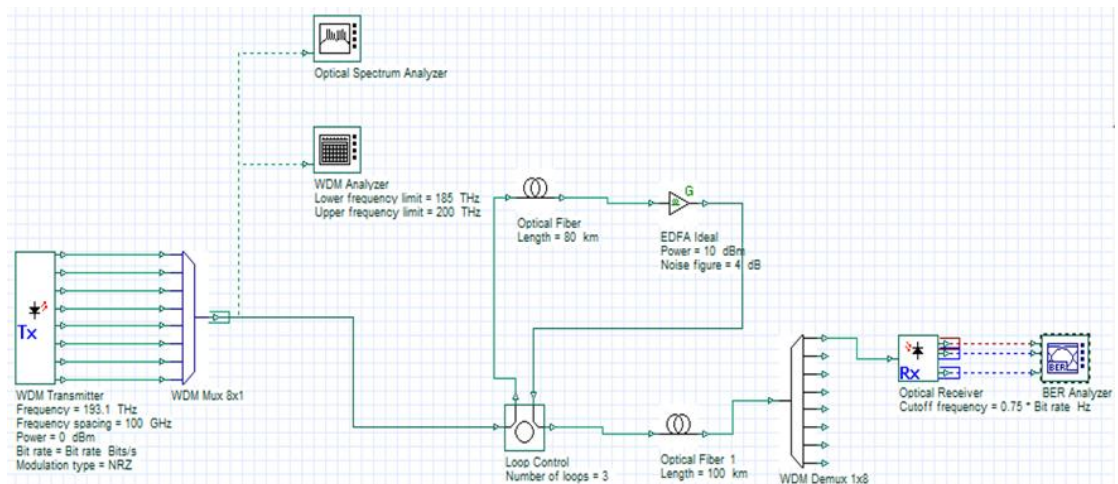


Figura 3-10. Circuito de un sistema WDM.
Fuente: OptiSystem

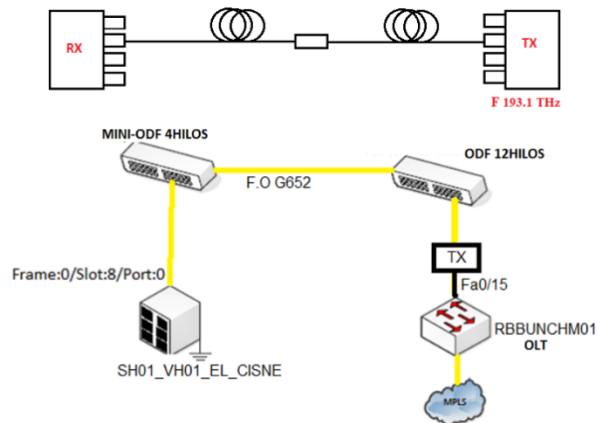


Figura 3-11 Analogía de un sistema WDM con la Red de Accesos
Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019

3.4.1.1. Configuración del Transmisor (WDM)

El transmisor WDM se configura con los siguientes valores:

- Puertos de salida 8.
- Frecuencia de 193.1 THz.
- Espaciamiento de frecuencia de 100 GHz.
- Radio extensión 10 dB.
- Ancho de banda 10 Mhz.

Los valores pueden ser variables, se puede variar las unidades, la figura 3-12 muestra la ventana de propiedades del Transmisor.

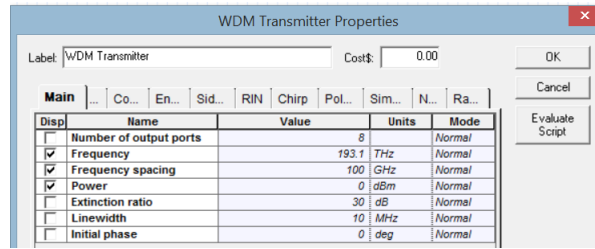


Figura 3-12 Propiedades del transmisor WDM.
Fuente: OptiSystem

En la misma ventana en la opción Codig se configura el tipo de modulación NRZ, como se observa en la figura 3-13.

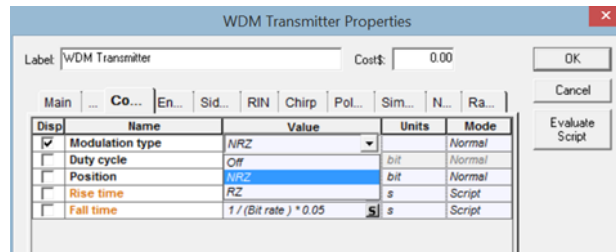


Figura 3-13 Ventana de tipo de Modulación.
Fuente: OptiSystem

3.4.1.2. Configuración Multiplexor de WDM de 8 a 1

Se incluye un Multiplexor de WDM de 8 a 1 en el cual se configura los parámetros que se detalla en la figura 3-14:

- Ancho de banda 10GHz.
- Perdida de inserción 0dB.
- Bajo (nivel de ruido) 10dB.
- Tipo de filtro Bessel.
- Orden del filtro 2.

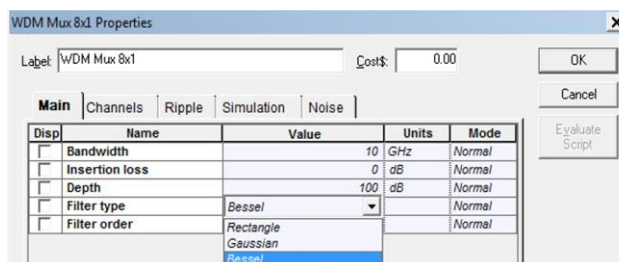


Figura 3-14 Propiedades del Multiplexor.
Fuente: OptiSystem

3.4.1.3. Analizador de Espectro Óptico

La aplicación cuenta con un analizador de espectro óptico que nos proporciona la señal transmitida a través del transmisor y el multiplexor. Los parámetros de este elemento son: el exponente de la señal, unidades de longitud de onda (m, Hz), unidades de amplitud (dBm, W), resolución de ancho de banda; se puede visualizar en el eje X, Y; las pestañas de poder de ruido, parametrizado y muestra. Esto se puede apreciar en la figura 3-15.

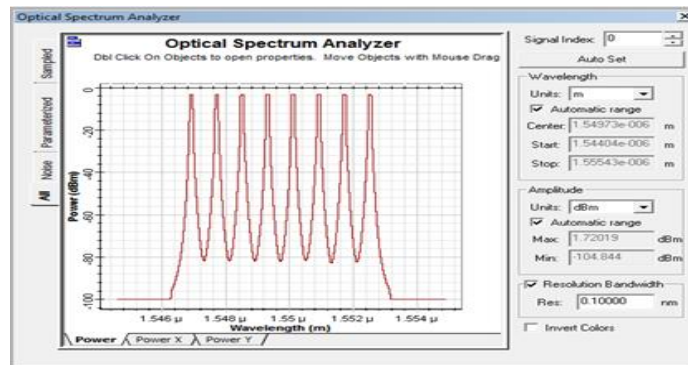


Figura 3-15 Analizador de espectro óptico.

Fuente: OptiSystem

El analizador WDM es el encargado de dar un análisis de las características de rango de frecuencia (THz), poder de la señal (dBm), poder de ruido (dBm), se puede varias las unidades de frecuencia, poder y resolución de ancho de banda. En la pestaña de detalles se visualiza valores min/max, total, radio min/max, frecuencia al mínimo y máximo (THz). Esto se puede visualizar en la figura 3-16 y 3-17.

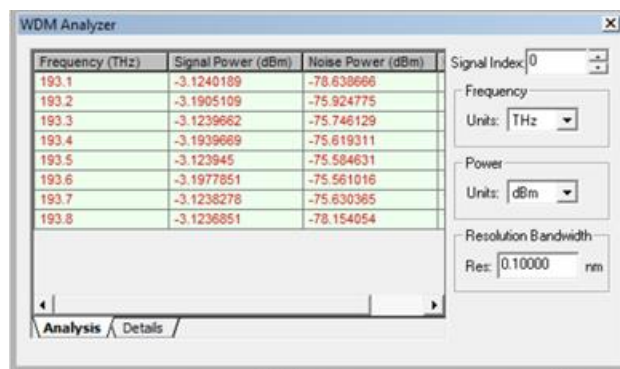


Figura 3-16 Analizador de WDM.

Fuente: OptiSystem.

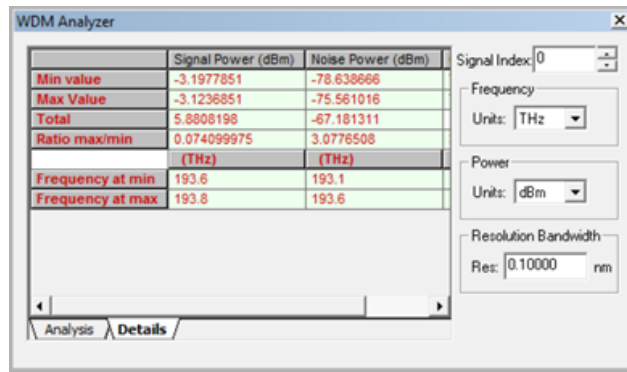


Figura 3-17 Analizador de WDM.
 Fuente: OptiSystem.

3.4.1.4. Configuración de Cable de la Fibra Óptica

Esta permite colocar la longitud de cable que está empleando en el enlace, este puede variar dependiendo la necesidad del enlace. Como se muestra en la figura 3-18.

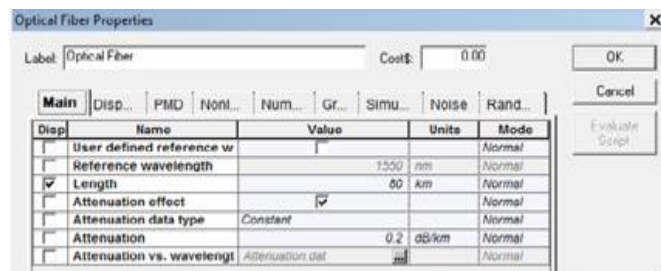


Figura 3-18 Propiedades dimensiones de fibra óptica.
 Fuente: OptiSystem.

3.4.1.5. Configuración EDFA (Amplificador de fibra dopada con erbio)

En este elemento se puede configurar los valores de la saturación, la figura de ruido, la polarización del filtro, ruido, y números randómicos para este enlace. Las propiedades del EDFA se muestran en las figuras 3-19,3-20 y 3-21.

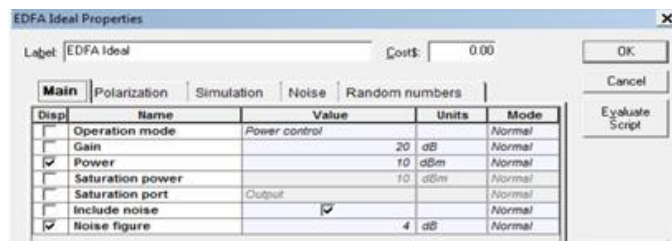


Figura 3-19 Propiedades EDFA.
 Fuente: OptiSystem.

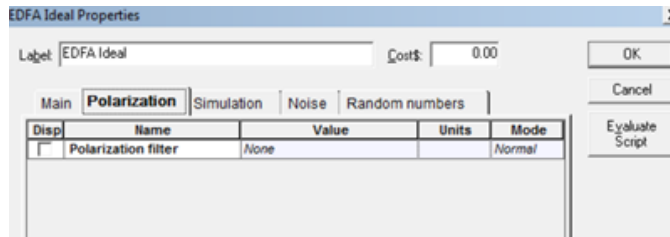


Figura 3-20 Polarización del filtro.
Fuente: OptiSystem.

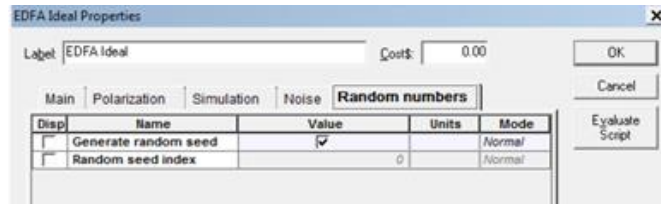


Figura 3-21 Generador Randómico de Origen.
Fuente: OptiSystem

3.4.1.6. Configuración del de demultiplexor de 1 a 8

El demultiplexor de 1 a 8 se encarga de dar las 8 señales que se tiene a la entrada del enlace, en esta elemento se puede cambiar los parámetros de ancho de banda, pérdida de inserción, bajo (nivel de ruido), tipo de filtro (rectangular, gaussiano, bessell) y el orden del filtro. Esto se puede visualizar en la figura 3-22.

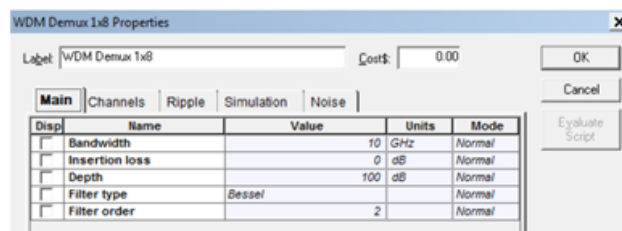


Figura 3-22 Ventana de propiedades del Multiplexor.
Fuente: OptiSystem

3.4.1.7. Configuración Receptor WDM

En la simulación del enlace se cuenta con un receptor para la señal de salida, este receptor tiene las características:

- Fotodetector.
- Ganancia.
- Radio Ionización.

- Respuesta.
- Corriente oscura.

Además cuenta con un filtro pasa bajos, regenerador de señal, muestreado de bajada, ruido y número randómico de origen, como se muestra en la figura 3-23, 3-24 y 3-25.

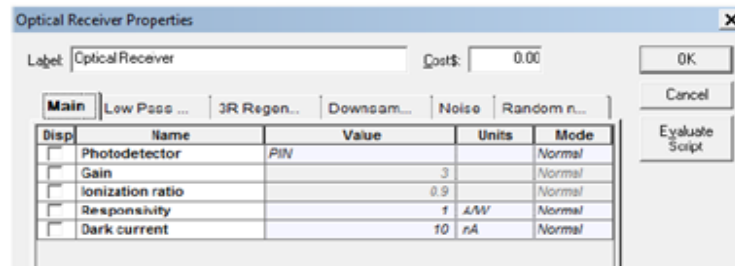


Figura 3-23 Ventana de propiedades del receptor WDM.
Fuente: OptiSystem

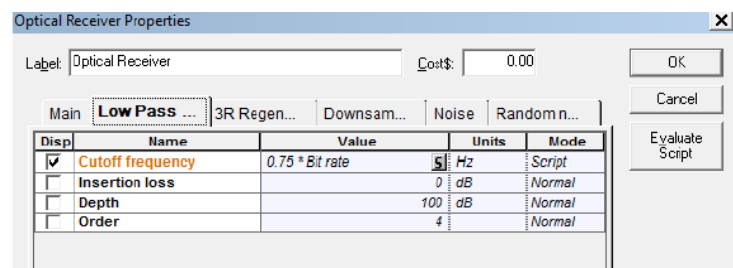


Figura 3-24 Ventana Filtros pasa bajos.
Fuente: OptiSystem

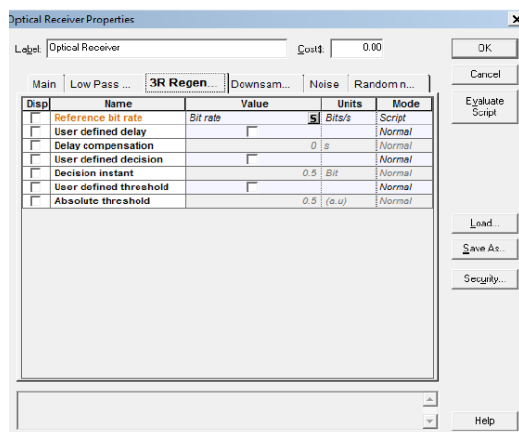


Figura 3-25 Ventana Características del regenerador.
Fuente: OptiSystem

3.4.1.8. Analizador BER (Tasa de error de bit)

Este analizador permite visualizar: el factor de calidad, BER mínimo, nivel de umbral, ancho de banda y BER Pattern (diseño) y se puede observar la forma de la onda que tenemos a la salida del enlace, esto se visualiza en las figuras 3-26, 3-27, 3-28 y 3-29.

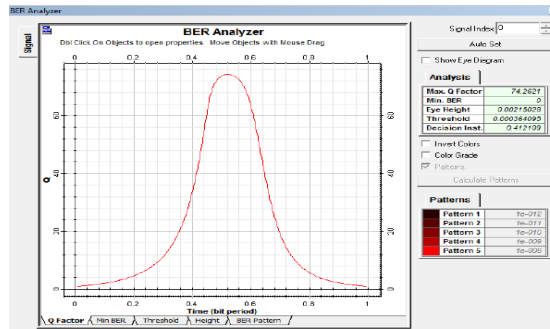


Figura 3-26 Señal de factor de calidad.

Fuente: OptiSystem

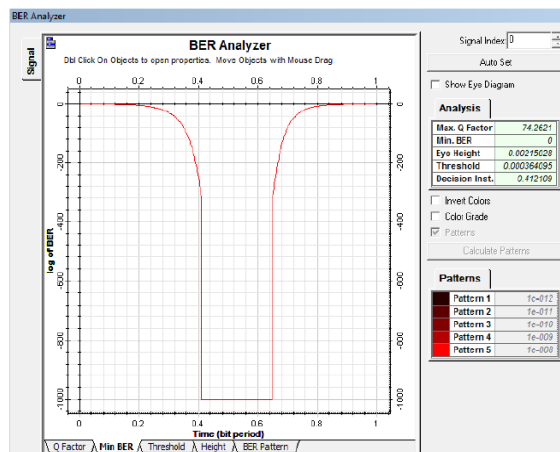


Figura 3-27 Señal de BER mínimo.

Fuente: OptiSystem

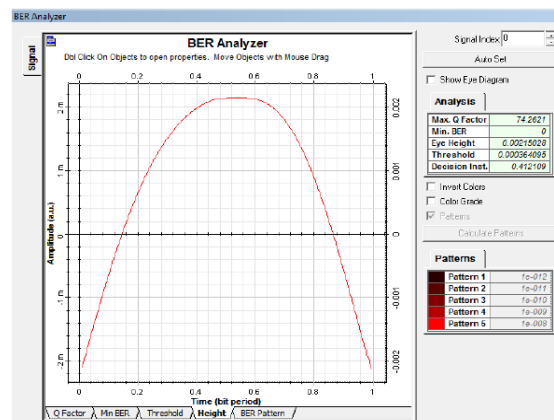


Figura 3-28 Señal ancho de banda.

Fuente: OptiSystem

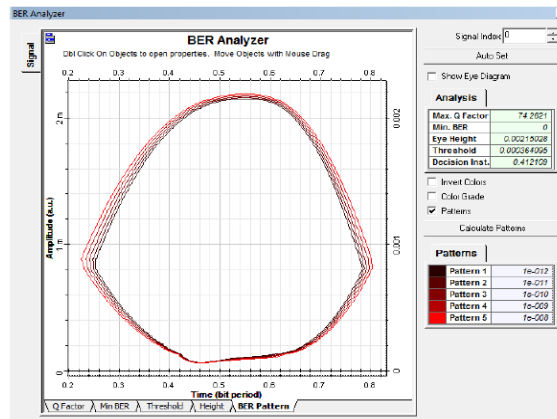


Figura 3-29 Señal de modalidad BER.
Fuente: OptiSystem

Estas señales obtenidas al final del enlace tienen valores aproximados que se pueden tener en la fibra óptica instalada en la Red de Accesos.

3.5. IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE ACCESOS.

Finalmente se procede con la implementación de la Red de Accesos utilizando Tecnología VDSL/FTTX.

- Tendido de Cable de Fibra Óptica de la Red de Accesos.
- Construcción de las bases de Equipo de Acceso de Plataforma Exterior y Armario Reflejo.
- Instalación del Equipo de Acceso de Plataforma Exterior y Armario Reflejo.
- Configuración del Equipo de Acceso de Plataforma Exterior.
- Pruebas del Enlace de Transmisión.
- Pruebas Continuidad en POST-LINE.
- Migración de los clientes.
- Comprobación de servicio equipo del cliente.

El Anexo B Pruebas de Medición de Fibra Óptica.

El Anexo C Fotografías de la Implementación.

El Anexo E Configuración del Equipo Acceso de Plataforma Exterior.

El Anexo F Configuración Equipo del Cliente.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Pruebas y Análisis de Resultados

4.2. Mediciones Eléctricas

Luego del diseño e implementación de la Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/ FTTX y con la red ya operativa para verificar el mejoramiento del servicio en el sector del Cisne, tomando en cuenta los parámetros admitidos por la CNT EP para el buen funcionamiento de las redes telefónicas de Cobre/VDSL como se detalla en la tabla 4-1 y las resistencias de bucle para un buen funcionamiento del servicio de internet en la tabla 4-2.

Tabla 4-1 Parámetros de Mediciones en Redes Telefónicas.

PARAMETRO	VALORES ADMITIDOS
AISLAMIENTO (M Ω)	a-b \geq 30 (Open Line OL)
VOLTAJE AC (V)	0 a 2
VOLTAJE DC (V)	0 a 2
RESISTENCIA BUCLE (Ω)	50 a 900
ATENUACION (dB)	0 a 45
SNR (dB)	Desde 12 hasta 33

Fuente: (CNT EP, 2012)

Tabla 4-2 Resistencias de Bucle servicio de Internet.

VELOCIDAD	RESISTENCIA BUCLE (Ω)	DISTANCIA (Km)
1 Mbps	Desde 711 a 850	3.080
2 Mbps	Desde 591 a 710	2.570
3 Mbps	Desde 506 a 590	2.140
4 Mbps	Desde 384 a 505	1.825
5 Mbps	Desde 155 a 383	1.340
10 Mbps	Desde 50 a 154	0.555

Fuente: (CNT EP, 2012)

Se efectuaron nuevamente las mediciones de los parámetros eléctricos de la red, en las mismas redes telefónicas que se midieron antes de la implementación y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4-3 Mediciones de Resistencia se Bucle, Atenuación y SNR.

DATOS DE BAJA										DATOS DE ALTA											
CAJA	PAR	NÚMERO	LONG LIN (Km)	AIS (MΩ)	V AC (V)	V DC (V)	RESIS BCL (Ω)	ATEN (dB)	SNR (dB)	LISTON	PAR	CAJA	PAR	NÚMERO	LONG LIN (Km)	AIS (MΩ)	V AC (V)	V DC (V)	RESIS BCL (Ω)	ATEN (dB)	SNR (dB)
A1	2	32901629	6.201	27	0.05	0	1717.677	93.015	13	103	16	A1	2	32221104	1.926	OL	0.00	0.00	533.502	28.89	28
A1	4	32901436	6.218	23	0.01	0	1722.386	93.27	11	102	15	A1	4	32221035	1.943	OL	0.00	0.00	538.211	29.145	26
A1	6	32901550	6.234	25	0.19	0	1726.818	93.51	9	102	13	A1	6	32221034	1.959	OL	0.00	0.00	542.643	29.385	20
A3	3	32901551	5.953	22	0.1	0	1648.981	89.295	11	101	2	A3	3	32221152	1.908	OL	0.00	0.00	528.516	28.62	30
A3	9	32901628	5.972	20	0	0	1654.244	89.58	9	101	9	A3	9	32221149	1.927	OL	0.00	0.00	533.779	28.905	25
A4	4	32901446	6.118	25	0.13	0	1694.686	91.77	9	101	46	A4	4	32221148	2.174	OL	0.00	0.00	602.198	32.61	31
A5	9	32901634	5.68	21	0.14	0	1573.36	85.2	11	101	7	A5	9	32221212	1.655	OL	0.00	0.00	458.435	24.825	23
A5	10	32901768	5.698	23	0.17	0	1578.346	85.47	13	101	27	A5	10	32221196	1.673	OL	0.00	0.00	463.421	25.095	23
B1	2	32901508	6.324	27	0.1	0	1751.748	94.86	10	101	13	B1	2	32221187	1.997	OL	0.00	0.00	553.169	29.955	17
B1	8	32901414	6.342	21	0.18	0	1756.734	95.13	10	101	16	B1	8	32221164	2.015	OL	0.00	0.00	558.155	30.225	30
B1	9	32900885	6.36	25	0.02	0	1761.72	95.4	12	102	50	B1	9	32221074	2.033	OL	0.00	0.00	563.141	30.495	19
B2	7	32900707	5.62	23	0.13	0	1556.74	84.3	14	101	17	B2	7	32221009	1.51	OL	0.00	0.00	418.27	22.65	32
B3	2	32901486	5.896	26	0.01	0	1633.192	88.44	14	102	60	B3	2	32221029	1.772	OL	0.00	0.00	490.844	26.58	19
B3	5	32901476	5.919	23	0.14	0	1639.563	88.785	13	102	7	B3	5	32221019	1.795	OL	0.00	0.00	497.215	26.925	19
B4	5	32901345	5.648	25	0.1	0	1564.496	84.72	11	101	25	B4	5	32221247	1.433	OL	0.00	0.00	396.941	21.495	20
B5	1	32901626	5.504	27	0.18	0	1524.608	82.56	13	101	24	B5	1	32221255	1.291	OL	0.00	0.00	357.607	19.365	19
B5	2	32901354	5.402	23	0.06	0	1496.354	81.03	9	102	9	B5	2	32221020	1.189	OL	0.00	0.00	329.353	17.835	21
B5	4	32901409	5.42	28	0.15	0	1501.34	81.3	12	102	10	B5	4	32221199	1.207	OL	0.00	0.00	334.339	18.105	27
C1	2	32900171	5.448	20	0.18	0	1509.096	81.72	10	102	19	C1	2	32221103	1.239	OL	0.00	0.00	343.203	18.585	27
C1	7	32901613	5.406	27	0.07	0	1497.462	81.09	14	101	47	C1	7	32221201	1.197	OL	0.00	0.00	331.569	17.955	23
C2	3	32901479	5.145	24	0.11	0	1425.165	77.175	13	102	12	C2	3	32221064	0.926	OL	0.00	0.00	256.502	13.89	22
C3	2	32901374	6.085	24	0.19	0	1685.545	91.275	13	101	33	C3	2	32221244	0.924	OL	0.00	0.00	255.948	13.86	31
C3	3	32901478	6.103	22	0.04	0	1690.531	91.545	10	103	10	C3	3	32221109	0.942	OL	0.00	0.00	260.934	14.13	25

C4	1	32901375	6.061	23	0.11	0	1678.897	90.915	13	103	32	C4	1	32221028	0.969	OL	0.00	0.00	268.413	14.535	32
C5	1	32901384	4.87	23	6.82	0	1348.99	73.05	13	101	35	C5	1	32221176	0.649	OL	0.00	0.00	179.773	9.735	24
C5	10	32901637	4.771	22	0.03	0	1321.567	71.565	11	101	38	C5	10	32221217	0.55	OL	0.00	0.00	152.35	8.25	20
D1	2	32901223	4.687	28	0.15	0	1298.299	70.305	14	101	51	D1	2	32221113	0.864	OL	0.00	0.00	239.328	12.96	31
D1	5	32901395	4.711	26	0.1	0	1304.947	70.665	14	103	27	D1	5	32221238	0.888	OL	0.00	0.00	245.976	13.32	19
D1	10	32901458	4.729	21	0.18	0	1309.933	70.935	9	103	22	D1	10	32221130	0.906	OL	0.00	0.00	250.962	13.59	20
D2	8	32901447	4.359	23	0.07	0	1207.443	65.385	12	101	53	D2	8	32221147	0.924	OL	0.00	0.00	255.948	13.86	17
D3	1	32901646	5.16	26	0.02	0	1429.32	77.4	11	103	15	D3	1	32221114	1.369	OL	0.00	0.00	379.213	20.535	27
D3	7	32901648	5.237	25	0.17	0	1450.649	78.555	10	102	16	D3	7	32221045	1.446	OL	0.00	0.00	400.542	21.69	24
E1	3	32901260	4.964	28	0	0	1375.028	74.46	12	101	57	E1	3	32221177	0.587	OL	0.00	0.00	162.599	8.805	22
E2	7	32901639	4.735	22	0.13	0	1311.595	71.025	11	101	62	E2	7	32221168	0.359	OL	0.00	0.00	99.443	5.385	25
E2	8	32900046	4.759	24	0.06	0	1318.243	71.385	11	101	59	E2	8	32221134	0.383	OL	0.00	0.00	106.091	5.745	26
E3	2	32901404	4.728	25	0.12	0	1309.656	70.92	10	101	60	E3	2	32221145	0.268	OL	0.00	0.00	74.236	4.02	24
E3	3	32901408	4.746	22	0.07	0	1314.642	71.19	10	101	63	E3	3	32221178	0.286	OL	0.00	0.00	79.222	4.29	30
E4	6	32901415	4.136	24	0.01	0	1145.672	62.04	9	103	43	E4	6	32221175	0.394	OL	0.00	0.00	109.138	5.91	27
E4	8	32900316	4.154	20	0.04	0	1150.658	62.31	11	103	44	E4	8	32221096	0.412	OL	0.00	0.00	114.124	6.18	30
E5	2	32901275	3.943	21	0.04	0	1092.211	59.145	10	102	40	E5	2	32221194	0.647	OL	0.00	0.00	179.219	9.705	21
E5	8	32901360	3.965	24	0.04	0	1098.305	59.475	13	103	11	E5	8	32221032	0.669	OL	0.00	0.00	185.313	10.035	18
F1	4	32900536	4.715	21	0.12	0	1306.055	70.725	12	102	32	F1	4	32221245	1.965	OL	0.00	0.00	544.305	29.475	21
F1	7	32901393	4.731	28	0.19	0	1310.487	70.965	14	102	4	F1	7	32221141	1.981	OL	0.00	0.00	548.737	29.715	22
F3	9	32901389	4.175	27	0.17	0	1156.475	62.625	13	102	26	F3	9	32221036	1.425	OL	0.00	0.00	394.725	21.375	32
F4	2	32901620	3.741	26	0.11	0	1036.257	56.115	13	102	27	F4	2	32221065	0.991	OL	0.00	0.00	274.507	14.865	27
F5	2	32901367	6.168	26	0.16	0	1708.536	92.52	9	102	59	F5	2	32221128	2.818	OL	0.00	0.00	780.586	42.27	32
F5	4	32901378	6.254	28	0.19	0	1732.358	93.81	12	102	62	F5	4	32221099	2.904	OL	0.00	0.00	804.408	43.56	26
F5	10	32901381	6.272	25	0.05	0	1737.344	94.08	14	103	20	F5	10	32221037	2.922	OL	0.00	0.00	809.394	43.83	24
G1	5	32901474	6.196	24	0.03	0	1716.292	92.94	9	103	56	G1	5	32221159	2.846	OL	0.00	0.00	788.342	42.69	28
G2	4	32901495	5.81	20	0.05	0	1609.37	87.15	10	104	6	G2	4	32221204	2.66	OL	0.00	0.00	736.82	39.9	32
G2	6	32901481	5.708	28	0.1	0	1581.116	85.62	10	103	50	G2	6	32221048	2.558	OL	0.00	0.00	708.566	38.37	29

G2	10	32901640	5.726	23	0.07	0	1586.102	85.89	12	103	51	G2	10	32221051	2.576	OL	0.00	0.00	713.552	38.64	25
G3	4	32901631	5.535	26	0.08	0	1533.195	83.025	14	102	56	G3	4	32221202	2.385	OL	0.00	0.00	660.645	35.775	30
G3	5	32901590	5.553	22	0.08	0	1538.181	83.295	14	104	18	G3	5	32221072	2.403	OL	0.00	0.00	665.631	36.045	17
G4	3	32901682	5.279	24	0.12	0	1462.283	79.185	10	103	19	G4	3	32221161	2.129	OL	0.00	0.00	589.733	31.935	19
G5	6	32901650	4.812	24	0.14	0	1332.924	72.18	9	103	40	G5	6	32221043	1.662	OL	0.00	0.00	460.374	24.93	20
H1	6	32900105	4.396	26	0.17	0	1217.692	65.94	14	103	30	H1	6	32221232	1.646	OL	0.00	0.00	455.942	24.69	32
H1	7	32901723	4.28	22	0.01	0	1185.56	64.2	11	103	31	H1	7	32221033	1.53	OL	0.00	0.00	423.81	22.95	29
H3	1	32900675	4.384	20	0.16	0	1214.368	65.76	10	104	14	H3	1	32221080	1.634	OL	0.00	0.00	452.618	24.51	29
H3	5	32901443	4.402	24	0.01	0	1219.354	66.03	9	103	39	H3	5	32221042	1.652	OL	0.00	0.00	457.604	24.78	30
H4	4	32901734	4.089	20	0.18	0	1132.653	61.335	12	103	38	H4	4	32221154	1.339	OL	0.00	0.00	370.903	20.085	30
H4	9	32901422	4.113	23	0.19	0	1139.301	61.695	13	103	2	H4	9	32221092	1.363	OL	0.00	0.00	377.551	20.445	32
H5	2	32900769	3.81	28	0.12	0	1055.37	57.15	13	103	54	H5	2	32221062	1.06	OL	0.00	0.00	293.62	15.9	25
H5	4	32900831	3.828	24	0.04	0	1060.356	57.42	9	103	36	H5	4	32221031	1.078	OL	0.00	0.00	298.606	16.17	29
H5	6	32901843	3.848	23	0.07	0	1065.896	57.72	9	103	53	H5	6	32221053	1.098	OL	0.00	0.00	304.146	16.47	25
H5	8	32901722	3.869	21	0.14	0	1071.713	58.035	13	103	55	H5	8	32221063	1.119	OL	0.00	0.00	309.963	16.785	17
H5	9	32901670	3.768	26	0.1	0	1043.736	56.52	9	104	19	H5	9	32221118	1.018	OL	0.00	0.00	281.986	15.27	30
I1	1	32901277	4.296	20	0.01	0	1189.992	64.44	11	103	34	I1	1	32221038	1.546	OL	0.00	0.00	428.242	23.19	18

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019

Tabla 4-4 Valoración Atenuación; Valoración Resistencia de Bucle; Valoración SNR.

Atenuación (dB)	Valor (% de aceptación)	Resistencia de Bucle (Ω)	Valor (% de aceptación)	SNR (dB)	Valor(% de aceptación)
45 - 33.76	0% - 25%	50 - 262.5	100% - 75%	12 - 19	0% - 33%
33.75 - 22.51	26% - 50%	262.51 - 475	74% - 50%	20 - 26	34% - 66%
22.50 - 11.26	51% - 75%	475.1 - 687.5	49% - 25%	27 - 33	67% - 100%
11.25 - 0.1	76% - 100%	687.51 - 900	24% - 0%		

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019

Tomando en cuenta la tabla 4-4, se puede valorar los parámetros eléctricos de medición de la nueva red para obtener de manera más clara el porcentaje de mejoramiento de los mismos.

Tabla 4-5 Comparación de la valoración de los parámetros eléctricos de la Red.

DATOS DE BAJA							DATOS DE ALTA						
CAJA	PAR	NÚMERO	LONG LIN (Km)	RESIS BCLE %	ATEN %	SNR %	CAJA	PAR	NÚMERO	LONG LIN (Km)	RESI BCL %	ATEN %	SNR %
E3	2	32901404	4.728	0.00	0.00	0.00	E3	2	32221145	0.268	91.27	91.06	57.14
E3	3	32901408	4.746	0.00	0.00	0.00	E3	3	32221178	0.286	90.68	90.46	85.71
E2	7	32901639	4.735	0.00	0.00	0.00	E2	7	32221168	0.359	88.30	88.02	61.90
E2	8	32900046	4.759	0.00	0.00	0.00	E2	8	32221134	0.383	87.52	87.22	66.67
E4	6	32901415	4.136	0.00	0.00	-4.76	E4	6	32221175	0.394	87.16	86.85	71.43
E4	8	32900316	4.154	0.00	0.00	-4.76	E4	8	32221096	0.412	86.57	86.25	85.71
C5	10	32901637	4.771	0.00	0.00	4.76	C5	10	32221217	0.55	82.08	81.65	38.10
E1	3	32901260	4.964	0.00	0.00	0.00	E1	3	32221177	0.587	80.87	80.42	47.62
E5	2	32901275	3.943	0.00	0.00	-4.76	E5	2	32221194	0.647	78.92	78.41	42.86
C5	1	32901384	4.87	0.00	0.00	4.76	C5	1	32221176	0.649	78.85	78.35	57.14
E5	8	32901360	3.965	0.00	0.00	-4.76	E5	8	32221032	0.669	78.20	77.68	28.57
D1	2	32901223	4.687	0.00	0.00	4.76	D1	2	32221113	0.864	71.84	71.17	90.48
D1	5	32901395	4.711	0.00	0.00	4.76	D1	5	32221238	0.888	71.06	70.37	33.33
D1	10	32901458	4.729	0.00	0.00	4.76	D1	10	32221130	0.906	70.48	69.77	38.10
C3	2	32901374	6.085	0.00	0.00	4.76	C3	2	32221244	0.924	69.89	69.17	90.48
D2	8	32901447	4.359	0.00	0.00	4.76	D2	8	32221147	0.924	69.89	69.17	23.81
C2	3	32901479	5.145	0.00	0.00	4.76	C2	3	32221064	0.926	69.82	69.11	47.62
C3	3	32901478	6.103	0.00	0.00	4.76	C3	3	32221109	0.942	69.30	68.57	61.90
C4	1	32901375	6.061	0.00	0.00	4.76	C4	1	32221028	0.969	68.42	67.67	95.24

F4	2	32901620	3.741	0.00	0.00	-4.76	F4	2	32221065	0.991	67.71	66.94	71.43
H5	9	32901670	3.768	0.00	0.00	-14.29	H5	9	32221118	1.018	66.83	66.04	85.71
H5	2	32900769	3.81	0.00	0.00	-14.29	H5	2	32221062	1.06	65.46	64.64	61.90
H5	4	32900831	3.828	0.00	0.00	-14.29	H5	4	32221031	1.078	64.87	64.03	80.95
H5	6	32901843	3.848	0.00	0.00	-14.29	H5	6	32221053	1.098	64.22	63.37	61.90
H5	8	32901722	3.869	0.00	0.00	-14.29	H5	8	32221063	1.119	63.53	62.67	23.81
B5	2	32901354	5.402	0.00	0.00	4.76	B5	2	32221020	1.189	61.25	60.33	42.86
C1	7	32901613	5.406	0.00	0.00	4.76	C1	7	32221201	1.197	60.99	60.06	52.38
B5	4	32901409	5.42	0.00	0.00	4.76	B5	4	32221199	1.207	60.67	59.73	71.43
C1	2	32900171	5.448	0.00	0.00	4.76	C1	2	32221103	1.239	59.62	58.66	71.43
B5	1	32901626	5.504	0.00	0.00	4.76	B5	1	32221255	1.291	57.93	56.93	33.33
H4	4	32901734	4.089	0.00	0.00	-14.29	H4	4	32221154	1.339	56.36	55.33	85.71
H4	9	32901422	4.113	0.00	0.00	-14.29	H4	9	32221092	1.363	55.58	54.53	95.24
D3	1	32901646	5.16	0.00	0.00	4.76	D3	1	32221114	1.369	55.39	54.33	71.43
F3	9	32901389	4.175	0.00	0.00	-4.76	F3	9	32221036	1.425	53.56	52.46	95.24
B4	5	32901345	5.648	0.00	0.00	4.76	B4	5	32221247	1.433	53.30	52.19	38.10
D3	7	32901648	5.237	0.00	0.00	0.00	D3	7	32221045	1.446	52.88	51.76	57.14
B2	7	32900707	5.62	0.00	0.00	9.52	B2	7	32221009	1.51	50.79	49.62	95.24
H1	7	32901723	4.28	0.00	0.00	-9.52	H1	7	32221033	1.53	50.14	48.95	80.95
I1	1	32901277	4.296	0.00	0.00	-14.29	I1	1	32221038	1.546	49.62	48.42	28.57
H3	1	32900675	4.384	0.00	0.00	-14.29	H3	1	32221080	1.634	46.75	45.48	80.95
H1	6	32900105	4.396	0.00	0.00	-9.52	H1	6	32221232	1.646	46.36	45.08	95.24
H3	5	32901443	4.402	0.00	0.00	-14.29	H3	5	32221042	1.652	46.16	44.88	85.71
A5	9	32901634	5.68	0.00	0.00	9.52	A5	9	32221212	1.655	46.07	44.78	52.38
G5	6	32901650	4.812	0.00	0.00	-9.52	G5	6	32221043	1.662	45.84	44.55	38.10
A5	10	32901768	5.698	0.00	0.00	9.52	A5	10	32221196	1.673	45.48	44.18	52.38
B3	2	32901486	5.896	0.00	0.00	4.76	B3	2	32221029	1.772	42.25	40.88	33.33
B3	5	32901476	5.919	0.00	0.00	4.76	B3	5	32221019	1.795	41.50	40.11	33.33

A3	3	32901551	5.953	0.00	0.00	9.52	A3	3	32221152	1.908	37.82	36.34	85.71
A1	2	32901629	6.201	0.00	0.00	9.52	A1	2	32221104	1.926	37.24	35.74	76.19
A3	9	32901628	5.972	0.00	0.00	9.52	A3	9	32221149	1.927	37.20	35.71	61.90
A1	4	32901436	6.218	0.00	0.00	9.52	A1	4	32221035	1.943	36.68	35.18	66.67
A1	6	32901550	6.234	0.00	0.00	9.52	A1	6	32221034	1.959	36.16	34.64	38.10
F1	4	32900536	4.715	0.00	0.00	-4.76	F1	4	32221245	1.965	35.96	34.44	42.86
F1	7	32901393	4.731	0.00	0.00	-4.76	F1	7	32221141	1.981	35.44	33.91	47.62
B1	2	32901508	6.324	0.00	0.00	9.52	B1	2	32221187	1.997	34.92	33.37	23.81
B1	8	32901414	6.342	0.00	0.00	9.52	B1	8	32221164	2.015	34.33	32.77	85.71
B1	9	32900885	6.36	0.00	0.00	9.52	B1	9	32221074	2.033	33.75	32.17	33.33
G4	3	32901682	5.279	0.00	0.00	-9.52	G4	3	32221161	2.129	30.62	28.97	33.33
A4	4	32901446	6.118	0.00	0.00	9.52	A4	4	32221148	2.174	29.15	27.47	90.48
G3	4	32901631	5.535	0.00	0.00	-9.52	G3	4	32221202	2.385	22.28	20.43	85.71
G3	5	32901590	5.553	0.00	0.00	-9.52	G3	5	32221072	2.403	21.69	19.83	23.81
G2	6	32901481	5.708	0.00	0.00	-9.52	G2	6	32221048	2.558	16.64	14.66	80.95
G2	10	32901640	5.726	0.00	0.00	-9.52	G2	10	32221051	2.576	16.05	14.06	61.90
G2	4	32901495	5.81	0.00	0.00	-9.52	G2	4	32221204	2.66	13.32	11.25	95.24
F5	2	32901367	6.168	0.00	0.00	-9.52	F5	2	32221128	2.818	8.17	5.98	95.24
G1	5	32901474	6.196	0.00	0.00	-9.52	G1	5	32221159	2.846	7.25	5.05	76.19
F5	4	32901378	6.254	0.00	0.00	-9.52	F5	4	32221099	2.904	5.36	3.11	66.67
F5	10	32901381	6.272	0.00	0.00	-9.52	F5	10	32221037	2.922	4.78	2.51	57.14

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019

4.3. Análisis de Resultados

Luego del diseño e implementación de la Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/ FTTC, a partir de los datos obtenidos de las mediciones eléctricas realizadas como muestra la tabla 4-5, donde se puede visualizar que la red implementada cumple con los parámetros óptimos para el correcto funcionamiento del servicio de voz y datos en el sector, se analizaron los resultados de los tres principales parámetros que depende el buen funcionamiento de la red telefónica en las redes de 68 clientes los mismos de la muestra inicial, que para el análisis de los resultados lo tomaremos como el 100% de la población, tomado en cuenta la tabla 4-4 de valoraciones asignadas, con respecto a lo antes expuesto podemos expresar:

- Se puede observar claramente con respecto a la Resistencia de Bucle que la nueva red ha mejorado notablemente. El valor máximo de aceptación de la red, alcanzado con respecto a este parámetro es de 91.27% a una distancia de 0.268 Km y el valor mínimo 4.78% a una distancia de 2.922 Km, en lugares donde, con la red antigua, se encontraba en valores por debajo de los parámetros para el funcionamiento básico de la red. Cabe recalcar que la resistencia de Bucle depende de la distancia, con estos valores y considerando la tabla 1-5, el cliente puede acceder a servicio de internet de hasta 10 Mbps.
- Teniendo en cuenta Normativa de Diseño y Construcción de Planta Externa de la CNT EP, el valor máximo admitido con respecto a la atenuación en una red telefónica es de 45dB y considerando que a menor atenuación mayor calidad del servicio puede brindar la red, se observa que el valor máximo de aceptación en la nueva red es del 91.03% a una distancia de 0.268 Km garantizando el funcionamiento óptimo de la red.
- Los SNR antes de la implementación de la nueva red tenían un valor promedio de 12dB, siendo este valor el mínimo para el funcionamiento de una red. En la actualidad se encuentran en un valor promedio de 25dB, demostrando que la red ha mejorado de manera notoria con un valor máximo de aceptación del 95.29% lo cual garantiza el funcionamiento óptimo de los servicio de voz y datos.

Con lo antes expuesto se evidencia mediante las mediciones eléctricas de la Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/ FTTC implementada, cumple con todos los requerimientos solicitados por la CNT EP., asegurando el funcionamiento óptimo del servicio de voz y datos que provee la empresa en el sector del Cisne cumpliendo con el objetivo

principal propuesto al inicio de este trabajo que es mejorar la calidad del servicio de los clientes actuales, así como también asegurando la dotación de un servicio eficiente a futuros clientes.

4.4. Discusión

Después de realizar el trabajo de investigación en relación a los estudios anteriormente desarrollados sobre temas afines a la propuesta que respaldan la investigación, podemos concluir lo siguiente:

- Tesis de titulación: **“Red de acceso con Fibra Óptica mediante Tecnología FTTX para optimizar espacios y servicios en la Corporación nacional de Telecomunicaciones EP. (Empresa Pública)”**. (Oviedo, 2011), concluye que “Debido al avance de las telecomunicaciones a nivel mundial y nacional han surgido nuevas tecnologías capaces de proveer a los usuarios nuevos y mejores servicios, siendo las redes FTTX una buena alternativa para acceder a aplicaciones que requieren banda ancha utilizando el cableado de cobre existente, esto gracias a VDSL que también es de última generación.”

El adjetivo principal de las redes que utilizan tecnología VDSL es reutilizar las redes de cobre existentes con la finalidad de mejorar los servicios en las redes telefónicas, de tal manera que con implementación de la Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/ FTTC se ha podido comprobar la mejora de los servicios en un promedio del 92.5% con respecto a los parámetros de funcionamiento de las redes telefónicas.

- Tesis de titulación: **“Estudio para la implementación de armarios inteligentes en la red telefónica de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P. del cantón Azogues para brindar servicio triple play”** (Sigüencia & Villacreses, 2011). Este estudio analiza los aspectos técnicos para la instalación de los armarios inteligentes en puntos estratégicos en los diferentes sectores del cantón Azogues, evidenciando la factibilidad de implantación de la tecnología VDSL/ FTTX.

Mediante la implementación de la Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/ FTTC se ha evidenciado que se puede dotar de tecnología de última generación a los usuarios, sin necesidad que los costos de la red sean elevados, reutilizando la red de cobre existente y proporcionando calidades optimas de funcionamiento en la red implementada, siendo este el valor agregado del presente trabajo de investigación.

- Tesis de titulación: “**Despliegue de las técnicas VDSL2. Evaluación preliminar**”(Valarezo, 2013). En este estudio analiza la tecnología VDSL su arquitectura física y lógica, esquemas de las diferentes Redes que pueden trabajar con esta tecnología. Las redes FTTC utilizan la tecnología VDSL como mejor opción para la realizar la implementación de redes de accesos, para mejorar la calidad de servicios en redes de cobre existentes, esta tecnología se acopla fácilmente a todos los tipos de redes de la familia FTTX.

Los trabajos antes mencionados son puramente teóricos los cuales sirvieron de base para la realización de este trabajo de investigación. Se tomó como referencia la Normativa de Diseño y Construcción de Planta Externa vigente en la Corporación Nacional de Telecomunicaciones, la cual detalla los valores máximos y mínimos del conjunto de parámetros eléctricos para el funcionamiento de las redes telefónicas. Para un mejor análisis de los resultados, se ha considerado el nivel de aceptación en las redes medidas antes y después de la implementación, la tabla 8-5 visualiza el porcentaje de aceptación de los parámetros eléctricos medidos, se pudo comprobar que existe una diferencia significativa entre las medidas de los parámetros eléctricos antes y después de la implementación de la red, asegurando un buen funcionamiento de la red telefónica implementada y cumpliendo con la Normativa de Diseño y Construcción de Planta Externa vigente en la Corporación Nacional de Telecomunicaciones.

Tabla 4-6 Valores niveles de aceptación.

PARÁMETRO ELÉCTRICO	TECNOLOGÍA	% NIVEL DE ACEPTACIÓN
ATENUACION	COBRE	FUERA DE RANGO
	VDSL	91.03
RES_BUCLE	COBRE	FUERA DE RANGO
	VDSL	91.27
SNR	COBRE	4,76
	VDSL	95.26

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

4.5. Comprobación de la Hipótesis

4.5.1. Hipótesis General

El Diseño e Implementación de una Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/FTTX, de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública en Guano, optimizara los recursos de la red existente para la mejora de servicios a los usuarios.

4.5.2. Demostración de la hipótesis

Para comprobar la hipótesis se utilizaron los datos obtenidos en las mediciones eléctricas de los tres principales parámetros que depende el buen funcionamiento de la red telefónica en las redes de 68 clientes los mismos de la muestra inicial y mediante el programa SPSS se analiza los datos para poder aceptar o rechazar la hipótesis planteada.

Para comprobar el tipo de muestra obtenida en el presente trabajo de investigación se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov el cual permite comprobar la normalidad del conjunto de datos medidos, este método se utiliza para muestras grandes es decir $n > 50$.

4.5.2.1. Prueba Kolmogorov-Smirnov

La tabla 4-7, se muestra el resultado de la prueba Kolmogorov-Smirnov que se empleó para verificar los datos, donde el valor de la columna Sig, determina si existe normalidad o no.

Se establece el nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

Si el valor: Sig. $> \alpha$ existe normalidad o

Sig. $< \alpha$ no existe normalidad.

De acuerdo a los parámetros mencionados en la tabla 5-6 se observa que el nivel crítico (Sig.) con todos los parámetros medidos es mayor a cero coma cero cinco (0,05), por ende se establece que todos los datos tienen una distribución normal.

Tabla 4-7 Prueba de normalidad de datos con Kolmogorov-Smirnov de las muestras medidas

	REDES	Kolmogorov-Smirnov		
		Estadístico	gl	Sig.
ATENUACIÓN	COBRE	,097	68	,182
	VDSL	,058	68	,200
RES_BUCLE	COBRE	,097	68	,182
	VDSL	,058	68	,200
SNR	COBRE	,170	68	,096
	VDSL	,118	68	,070

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

Debido a la distribución normal, se ha utilizado la prueba "t" para muestras relacionadas con la finalidad de comprobar la hipótesis general, definiendo la hipótesis una nula y una hipótesis alternativa:

H₀= El Diseño e Implementación de una Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/FTTX, de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública en Guano, no optimizara los recursos de la red existente para la mejora de servicios a los usuarios.

H₁= El Diseño e Implementación de una Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/FTTX, de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública en Guano, optimizara los recursos de la red existente para la mejora de servicios a los usuarios.

4.5.2.2. Prueba "T" Para Muestras Relacionadas

La tabla 4-8, muestra el resumen de la prueba "t" para muestras relacionadas mediante SPSS de las muestras de las pruebas eléctricas de los tres principales parámetros que depende el buen funcionamiento de la red telefónica, en donde el valor de la columna de sig., permitirá determinar si se acepta o no la hipótesis alternativa.

Tabla 4-8 Resultados de la prueba "T" en SPSS

	Media	t	gl	Sig.
ATEN_CU - ATEN_VDSL	1014,887855	44,331	68	,000
RB_CU - RB_VDSL	54,957826	44,331	68	,000
SNR_CU - SNR_VDSL	13,681159	21,735	68	,000

Fuente: Alba Verónica Ramos Flores, 2019.

Se realizó el análisis estadístico mediante la comprobación del valor de la columna de significancia.

Donde:

Si el valor Sig. > 0,05 Se acepta la H₀

Si el valor Sig. < 0,05 Se acepta la H₁

Entonces:

Como 0,000 < 0,05 se cumple la hipótesis alternativa H₁

H₁= *El Diseño e Implementación de una Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/FTTX, de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública en Guano, optimizara los recursos de la red existente para la mejora de servicios a los usuarios.*

CONCLUSIONES

Del presente trabajo de investigación se concluye que:

- Pensando en la optimización de recursos y contando con una red telefónica de cobre tradicional existente, donde los parámetros de funcionamiento de la red son deficientes. El objetivo principal de las redes FTTx que utilizan tecnología VDSL, es llegar con altas velocidades de transmisión de datos a distancias que no cubren las redes de cobre actuales, mejorando la calidad de servicio de la población y generando un incremento de usuarios para el proveedor de servicios.
- Dentro de las arquitecturas FTTx, la solución más factible para la implementación de la red, es una red con arquitectura FTTC (Fibra Hasta la Cera o Bordillo), esta reciben su nombre de acuerdo al nivel de cercanía de la fibra a los equipos del usuario. Es la más utilizada en la actualidad debido a que la fibra óptica se emplea desde las instalaciones del proveedor de servicio hasta un armario inteligente y desde este se reutiliza la red de cobre existente que llega al usuario.
- Para evidenciar el mejoramiento del servicio luego de la implementación y puesta en operación de la red, se realizaron mediciones eléctricas de los principales parámetros eléctricos de funcionamiento de una red como son Resistencia de Bucle, Atenuación y SNR. Basándose en los valores establecidos por la Normativa vigente de la CNT EP. para el funcionamiento de redes telefónica, se utilizó la escala de Likert, para obtener el porcentaje de aceptación de la red implementada, teniendo como resultado:
 - Un porcentaje de aceptación del 91.27% con respecto a la Resistencia de Bucle a una distancia de 0.268 Km.
 - Se observa que la atenuación alcanza un valor máximo de aceptación del 91.03% a una distancia de 0.268 Km garantizando el funcionamiento óptimo de la red.
 - Se ha demostrado que la red ha mejorado de manera notoria con un valor máximo de aceptación de SNR del 95.29% lo cual garantiza el funcionamiento óptimo de los servicio de voz y datos.
- Se evidencia mediante las mediciones eléctricas de la Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/ FTTC implementada, cumple con todos los requerimientos solicitados por la CNT EP., asegurando el funcionamiento óptimo del servicio de voz y datos que provee la empresa en el sector del Cisne.

RECOMENDACIONES

- La implementación de Red de Acceso con Fibra Óptica utilizando Tecnología VDSL/FTTX es una solución económica para las empresas proveedoras de servicio que posean redes telefónicas de cobre antiguas y necesiten mejorar el servicio de sus clientes. Se recomienda antes de la implementación de cualquier red futura realizar un análisis minucioso del estado de la red actual.
- Luego de la implementación de la nueva red se recomienda realizar un estudio de demanda comercial para el incremento de infraestructura de red secundaria ya que la red implementada ofrece escalabilidad y la proveedora se favoreciera con el incremento de los usuarios, y recuperara más pronto la inversión realizada.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, B. (2007). Principios Básicos para la Implementación de VDSL. Universiada Galileo. Retrieved from http://biblioteca.galileo.edu/tesario/bitstream/123456789/25/1/TESIS_VDSL.pdf
- Álvarez, M., Campana, J., Berrocal, F., & González, V. (2009). Tecnologías de Banda Ancha y Convergencia de Redes. (G. S.A., Ed.) (1ed ed.). Madrid. Retrieved from http://oa.upm.es/2697/2/BERROCAL_LIBRO_2009_01.pdf
- Blanco, A. (2010). Tecnologías de acceso de banda ancha y su integración con ATM. Monografías, 1, 36. Retrieved from <http://www.monografias.com/trabajos14/acceso-atm/acceso-atm2.shtml>
- Corporacion Nacional de Telecomunicaciones CNT EP. (2012). Normas Construcción de Planta Externa.
- Corporacion Nacional de Telecomunicaciones CNT EP. (2015). Normativa de Diseño de Planta Externa con Plataformas de Acceso Exterior para Despliegue de Red con Tecnologia VDSL/FTTC.
- González, J., & Vega, I. (2009). Diseño de una Red de Acceso que Utiliza Tecnología FTTB Con VDSL2 en el Sector “La Mariscal” de la Ciudad de Quito. ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD. Retrieved from <http://www.epn.edu.ec/institucion/ubicacion-geografica/>
- Haros, U. (2011). INFORMATICA II: Requerimientos para Conexion RTB (p. 1). Retrieved from <http://urielharos.blogspot.com/2011/05/requerimientos-para-conexion-rtb.html>
- Unión Internacional de Telecomunicaciones ITU-T. (2003). G.984.1: Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Características generales. Retrieved from <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.1-200803-I/es>
- Marchukov, Y. (2011). Desarrollo de una aplicación gráfica para el diseño de infraestructuras FTTH. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA. Retrieved from <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13413/memoria.pdf?sequence=1>
- Mynor, F., & Ramírez, M. (2011). Consideraciones técnicas de redes de planta externa de cobre para implementación de servicios ADSL. Retrieved from http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0293_EO.pdf
- Oviedo, J. (2011). Red de Acceso con Fibra Óptica mediante Tecnología FTTX para optimizar espacios y servicios en la Corporación Nacional de Telecomunicaciones EP. (Empresa

- Pública). UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO. Retrieved from http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/441/1/Tesis_t654ec.pdf
- Prieto, J. (2014). Diseño de una red de acceso mediante fibra óptica. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID ESCUELA. Retrieved from http://oa.upm.es/33869/1/PFC_jaime_prieto_zapardiel.pdf
- Sigüencia, J., & Villacreses, A. (2011). Estudio para la implementación de armarios inteligentes en la red telefónica de la corporación nacional de telecomunicaciones E.P. del cantón Azogues para brindar servicio triple play. Retrieved from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1082/11/UPS-CT002151.pdf>
- Valarezo, J. (2013). Despliegue de las técnicas VDSL2. Evaluación preliminar. Universidad Católica De Santiago De Guayaquil. Retrieved from <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/515/1/T-UCSG-POS-MTEL-11.pdf>
- Vega, M. (2002). Tecnología Very High Speed Digital. Universidad Nacional De Ingenieria. Retrieved from http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/11310/1/vega_sm.pdf

ANEXOS

ANEXO A. NORMATIVA DE REFERENCIA

NORMATIVA DE DISEÑO DE PLANTA EXTERNA CON PLATAFORMAS DE ACCESO EXTERIOR PARA DESPLIEGUE DE RED CON TECNOLOGÍA VDSL/FTTC

2. CAPITULO 2

ASPECTOS GENERALES

2.1 OBJETIVO

Los criterios descritos en este documento tienen como finalidad, establecer la normativa de referencia para el diseño, previo a la construcción de redes de acceso de cobre y la implementación de plataformas de acceso exterior para despliegues de red con tecnología VDSL/FTTC y brindar servicios de Nueva Generación.

2.2 ALCANCE

Esta Norma aplica a toda la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP., en lo concerniente a la implementación de plataformas de acceso exterior, Redes de Acceso por cobre.

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 EP.

3. CAPITULO 3

DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

3.1 DISEÑO DE PLANTA EXTERNA CON PLATAFORMAS DE ACCESO EXTERIOR

3.1.1 ARQUITECTURA DE LA PLANTA EXTERNA

3.1.1.1 RED PUNTO A PUNTO (P2P)

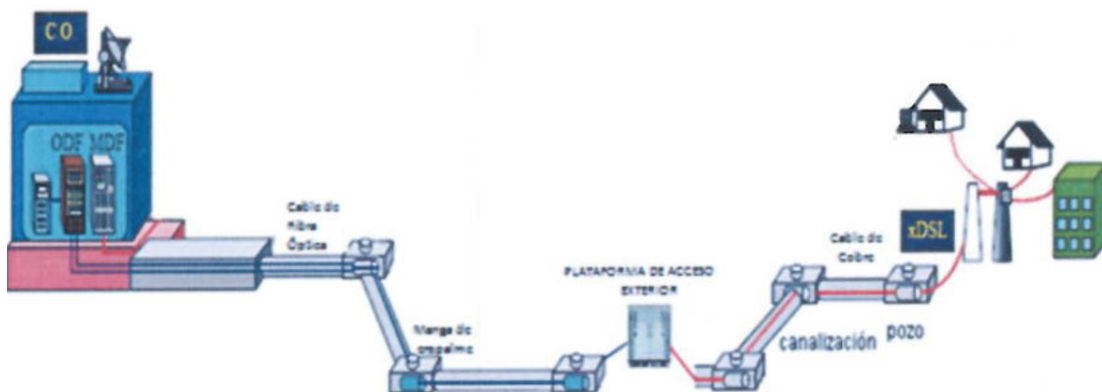


Figura 1. Esquema de Redes Punto a Punto (P2P).

3.1.1.2 RED PUNTO A MULTIPUNTO (GPON)

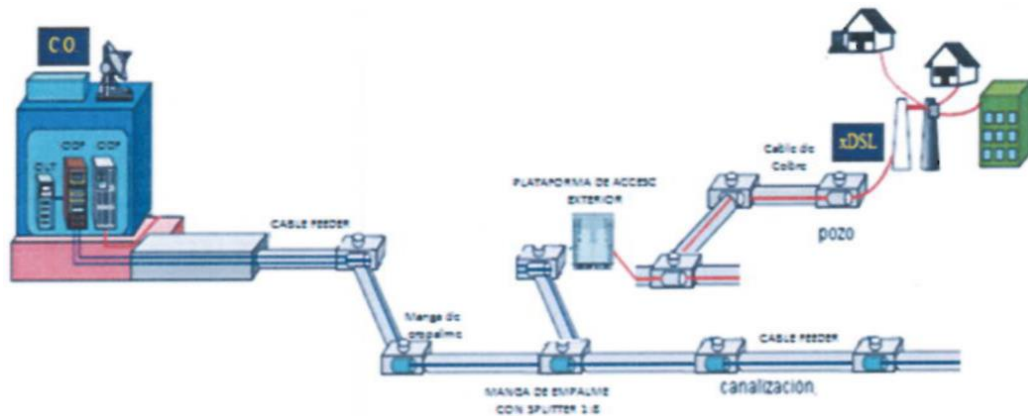


Figura2. Esquema de Redes Punto a Multipunto

3.1.2 GENERALIDADES DE LA PLANTA EXTERNA

Conforma todo el conjunto de elementos que parte del par de hilos de cobre conectados a un equipo terminal, iniciando desde el domicilio y recorriendo la red de dispersión, la red secundaria en forma aérea y subterránea hasta la plataforma de accesos exterior y/o armario de distribución, y del equipo de accesos mediante uno o dos hilos de fibra óptica igualmente aérea o subterránea, hasta la central local o nodo.

3.1.3 ELEMENTOS DE LA RED DE PLANTA EXTERNA

- Red de Dispersión
- Red Secundaria (aérea y subterránea)
- Plataforma de Acceso
- Armario de distribución (Reflejo) según el Escenario
- Fibra Óptica (aérea y subterránea)
- Central Local o Nodo.

3.1.3.1 RED DE DISPERSIÓN

Es un punto de conexión entre la red secundaria y las líneas individuales de cada abonado. Constituye además puntos de corte para labores de operación y mantenimiento.

3.1.3.2 RED SECUNDARIA

Medio de interconexión entre el equipo de acceso exterior / armario de distribución y las cajas de dispersión.

3.1.3.3 PLATAFORMA DE ACCESO EXTERIOR

Permite integrar los servicios de telefonía e internet de banda ancha, se conecta a la central telefónica o nodo más cercano por medio de fibra óptica.

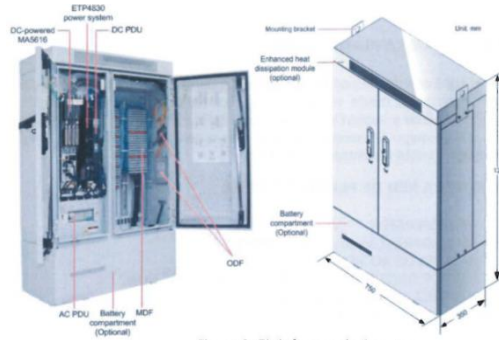


Figura3. Plataformas de Acceso

3.1.3.4 ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN (REFLEJO)

Es el lugar de conexión entre los cables primarios y los cables secundarios por medio de los bloques de conexión de 50 o 100 pares, están ubicados junto a las plataformas de acceso exterior en un determinado punto del distrito y servirá (las regletas primarias) como reflejo de los puertos del MDF del equipo de acceso según el escenario que se proponga.

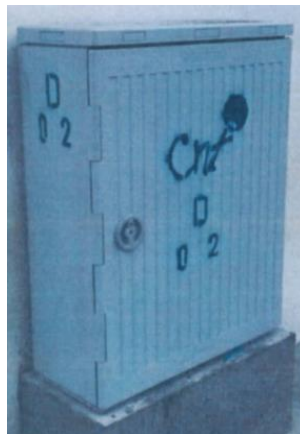


Figura 4. Plataformas de Acceso

3.1.3.5 FIBRA ÓPTICA.

Medio de transmisión entre la central local o nodo y las plataformas de acceso exterior.

3.1.3.6 CENTRAL LOCAL O NODO.

Punto donde llegan las líneas de abonados y permite conectar hacia los equipos de conmutación.

3.1.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES Y ACCESORIOS

3.1.4.1 CABLES DE COBRE Y ACCESORIOS.

3.1.4.1.1 CALIBRE

El calibre de los conductores de los cables telefónicos multipar es: 0.4

3.1.4.1.1.1 Capacidad.

Redes Canalizadas	Redes Aéreas
10, 20, 30, 50, 70, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 900, 1800	10, 20, 30, 50, 70, 100

3.1.4.1.1.2 Características Mecánicas.

Para redes subterráneas se usarán cables rellenos con vaselina de petróleo, en lugares donde se tenga presencia prolongada de humedad. Los cables aéreos serán del tipo auto soportado, con mensajero de acero (cables secos).

3.1.4.1.2 SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

Para reducir el nivel de ruido y proteger la red contra descargas eléctricas e interferencias electromagnéticas, se instalará sistemas de puesta a tierra en cada plataforma de acceso y a lo largo de toda la de red secundaria.

En los sistemas de telecomunicaciones las protecciones de puesta o toma a tierra deben cumplir con una resistencia máxima de acuerdo a lo siguiente: Los valores menores a 3Ω se utilizan en la planta interna (dentro de la central local o nodo de acceso). Para la red de planta externa los valores serán 10Ω (Ohmios).

3.1.4.1.4 HERRAJES.

Son accesorios de acero galvanizado cuya principal función es sujetar el cable al poste.

3.1.4.1.4.1 Herraje Terminal.

Se denomina comúnmente como herraje Tipo A.

Se lo emplea cuando se tiene una caja de dispersión de 10 o 20 pares.

Cuando el tendido del cable secundario aéreo presente un cambio de trayectoria. En el caso de tener un empalme aéreo.

3.1.4.1.4.1 Herraje de Paso.

Se lo denomina como herraje Tipo B.

Se lo emplea cuando se presentan trayectorias rectas.

3.1.4.2 CABLES DE FIBRA ÓPTICA Y ACCESORIOS.

Los cables de fibra óptica son en forma general de dos tipos:

- Fibra óptica canalizada: para aplicaciones en canalización existente o proyectada en enlaces rurales, urbanos e interurbanos de acuerdo a diseño.
- Fibra óptica aérea: para aplicaciones en postería existente o proyectada en enlaces rurales, urbanos e interurbanos de acuerdo a diseño.

3.1.4.2.1 CABLES DE FIBRA ÓPTICA CANALIZADO.

Se utiliza este tipo de cable en lugares en los que exista canalización o se haya proyectado construirla. La fibra óptica que al momento utiliza la CNT EP para sus enlaces debe cumplir como requerimiento con uno de los siguientes estándares de acuerdo al diseño y las aplicaciones para las que se vaya a construir el enlace:

- ITU-T G.652 "Standard for non-dispersion shifted single-mode fiber".
- ITU-T G.655 "Standard for non-zero, dispersion-shifted single-mode."

3.1.4.2.2 CABLES DE FIBRA ÓPTICA AÉREO.

Se utiliza este tipo de cable en lugares en los que exista postería o se haya proyectado la instalación de la misma. La fibra óptica aérea que al momento utiliza la CNT EP para sus enlaces, puede ser de dos tipos:

- ADSS (All-Dielectric Self Supported), con capacidades de 6 a 256 hilos, utiliza preformados para sujeción a los herrajes y que soporta vanos desde 90 hasta 800 metros.
- FIGURA 8, con capacidades de 4 a 96 hilos, cuenta con un mensajero de acero que sirve para sujeción en los herrajes A y B y que soporta vanos de 80 hasta 120 metros como máximo.

Deben cumplir como requerimiento con uno de los siguientes estándares de acuerdo al diseño y las aplicaciones para las que se vaya a construir el enlace:

- ITU-T G.652 "Standard for non-dispersion shifted single-mode fiber".
- ITU-T G.655 "Standard for non-zero, dispersion-shifted single-mode."

3.1.5 DISEÑO DE PLANTA EXTERNA RED DE COBRE

3.1.5.1 DEMANDA

Representa el requerimiento que tienen los posibles abonados, influenciados en la capacidad de adquisición (ARPU).

De esto se fundamenta el desarrollo exitoso de una empresa, mediante la investigación certera de lo que pasará con la demanda de servicio a través de una investigación periódica de campo en cada sector (1).

$$D(t) = D_0(1 - i)^t \quad (2)$$

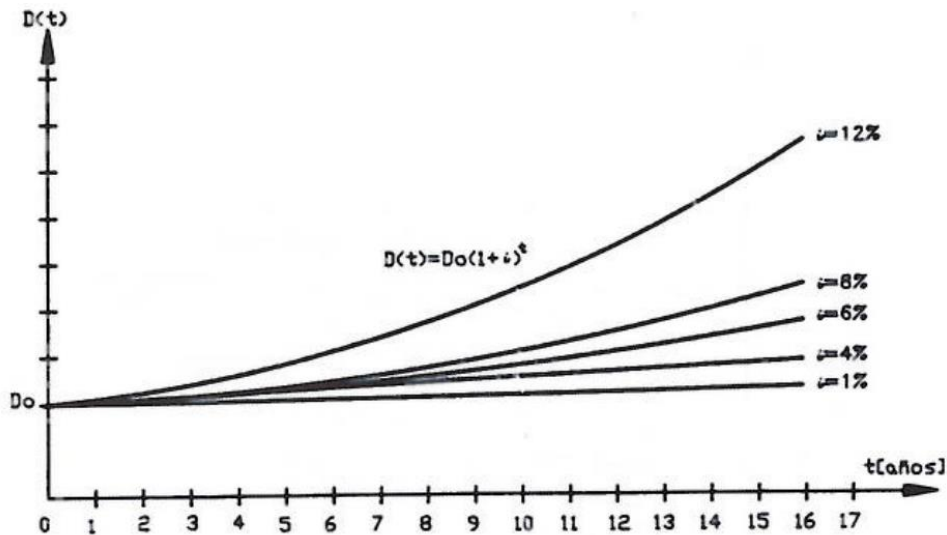
$$D_0 = 1[\text{línea}]$$

$$i = 12\%$$

$$t = 10[\text{años}]$$

$$D(t) = 1(1 - 0.12)^{10}$$

$$D(t) = 3.1 \approx 3[\text{líneas}] //$$



Demanda en el tiempo

3.1.5.3 DISEÑO

3.1.5.3.1 CONSIDERACIONES GENERALES

3.1.5.3.1.1 Objetivos:

- Diseñar redes en función del requerimiento y presupuesto.
- Alcanzar la calidad en servicio de transmisión.
- Obtener el máximo rendimiento costo/beneficio.
- Considerar la actividad económica del posible abonado.
- Procurar no causar una extrema alteración en la sociedad como sobrecargar postes con cargas mayores a las permitidas, romper pavimentos o aceras sin un análisis previo, diseñar en sectores que afecten la red por factores naturales (inducciones de alta o baja frecuencia, alto nivel freático, aguas servidas, etc.).
- Considerar instalaciones existentes y su calidad, ejemplo: recorte de redes antiguas, descongestión de redes operando.
- Determinar la ubicación geográfica del posible abonado: vías de comunicación, áreas de influencia, en qué dirección y cómo se desarrollará la población y las construcciones en el área.

3.1.5.3.2 PARÁMETROS A CONSIDERAR DURANTE EL DISEÑO

3.1.5.3.2.1 Plan Fundamental de Transmisión

El Plan Fundamental de Transmisión define el límite dentro del cual se puede garantizar un servicio de telecomunicaciones a través de la red de cobre, y está en

función de los parámetros eléctricos de la misma, por tanto, dependiendo de los servicios a brindar se deberá respetar la resistencia de bucle de los cables.

Con el propósito de garantizar la calidad de los diferentes servicios a ser ofrecidos a través de tecnologías ADSL/VDSL las mismas que nos permitirá asegurar un servicio hacia el usuario, es indispensable que el diseño de una red de cobre no debe sobrepasar un radio de 800 metros a 1 Km entre la plataforma de acceso exterior y la caja de dispersión más lejana.

3.1.5.3.3 SECUENCIA A SEGUIR EN EL DISEÑO

Un diseño de planta externa debe seguir la siguiente secuencia:

- Censo
- Diseño de la red de dispersión
- Diseño de la red secundaria
- Rediseño de la red secundaria existente
- Diseño de interconexión (red primaria)
- Diseño de la red de fibra óptica
- Diseño de la canalización y subidas (Obra Civil).
- Memoria técnica y volúmenes de obra.
- Planos (Información en papel e información magnética).

3.1.5.3.3.1 CENSO

Para realizar esta actividad, primero debemos recabar la planimetría georeferenciada del área objeto del diseño mediante fuentes confiables: IGM, INEC, Municipios, consejos cantonales entre otros.

Posteriormente procedemos a actualizar la planimetría en el campo recorriendo de calle en calle y de inmueble en inmueble, ubicando nombres de calles o avenidas, aprovechando la labor de campo para ubicar puntos referenciales relevantes como: el norte, escuelas, oficinas públicas, ríos, quebradas, etc. Y todos aquellos puntos de orientación que ayuden al futuro constructor a ubicarse fácilmente en el terreno. Este procedimiento nos generará un plano de censo de abonados.

3.1.5.3.3.2 DISEÑO DE LA RED DE DISPERSIÓN.

Es la caja de dispersión con sus cables bifilares salientes, la cantidad de abonados a servirse de una caja, conforma el área de dispersión, el conjunto de todas estas áreas forma la RED DE DISPERSIÓN.

Cada caja puede ser de 10 y 20 pares o las existentes en el mercado, homologadas por la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT E.P. Por efectos de mantenimiento, seguridad y estética, la longitud máxima de una línea de abonado no podrá exceder de:

- 50 metros en Zona Urbana.
- 150 metros en Zona Rural.

No se instalará desde una misma caja de dispersión ni en la misma dirección, más de 6 líneas de abonado, si este es el caso, se deberá instalar una nueva caja de dispersión tratando de conservar siempre una distribución radial y uniforme alrededor de la caja.

No se deberá cruzar una vía principal o carretera de alto tráfico con cables de acometida, en este caso se deberá instalar un cable secundario aéreo o subterráneo y habilitar una caja de dispersión.

Cuando esté listo el censo, se deberán dibujar los perímetros de las áreas de dispersión calculadas por caja, ubicándola en lo posible en un poste sin transformador o pared. Procurar que los límites pase por los ejes de avenidas y calles a fin de evitar que los cables de dispersión atraviesen transversalmente las vías.

Una vez que se han estructurado los pequeños paquetes de áreas de dispersión, se los agrupa en grandes paquetes llamados distritos, procurando que tengan forma rectangular. Si un distrito contiene 40 áreas de dispersión y cada caja tiene una capacidad de 10 pares, entonces la capacidad de pares secundarios es 400; si contiene 35 áreas, la capacidad secundaria es 350, etc.

Es decir, habrá tantos distritos cuantos grandes paquetes de áreas de dispersión se haya agrupado.

3.1.5.3.3 DISEÑO DE LA RED SECUNDARIA.

Son los cables de baja capacidad desde 10 a 200 pares que salen de las plataformas de acceso exterior o armarios de distribución de cada distrito, para alimentar las cajas de dispersión. El área de cobertura de la red secundaria es igual al área de cobertura de la red de dispersión. La suma de estos dos conforma el llamado DISTRITO.

La plataforma de acceso de preferencia, será ubicada en el centro geográfico o centro poblacional del área de cobertura del distrito en un sitio óptimo para un fácil mantenimiento, preferiblemente esquinero, como se muestra en la Figura 15-2.

Las capacidades de cada uno de los distritos de red secundaria diseñados, estarán determinados por las capacidades de equipos de acceso exterior que posee la CNT EP., (indicados en los cuadros 1 y 2), procurando siempre que estas redes, no excedan la distancia de 800 metros entre el equipo de acceso y la caja de dispersión más alejada.

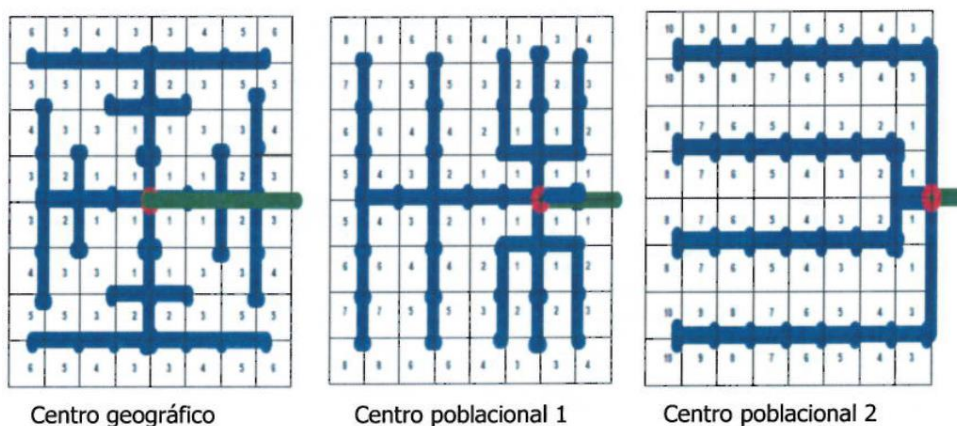


Figura12. Esquema de Red Secundaria

Descripción:

Verde: Dirección del cable del enlace de fibra óptica

Rojo: Plataforma de acceso

Azul: Despliegue de la red secundaria máximo 800 m.

Una vez que las cajas han sido ubicadas en el diseño de la red de dispersión, se procede a unir las por medio de cables con la adecuada capacidad, aéreos o canalizados según su forma de instalación. En forma descriptiva, para generar un plano llamado RED SECUNDARIA (Ver Anexo 3) y en forma eléctrica, para generar un plano llamado ESQUEMA DE EMPALMES.

3.1.5.3.3.4 REDISEÑO DE LA RED SECUNDARIA EXISTENTE.

Cuando se intervenga con plataformas de acceso en redes secundarias existentes, los equipos de acceso exterior se colocarán junto a los armarios de distribución existentes de cada uno de los distritos de red secundaria. El rediseño de esta red existente, estará condicionada a la capacidad de los equipos de acceso de la CNT EP., es decir, si la capacidad de red secundaria existente, está dentro de los límites de la capacidad de los equipos de acceso.

En el caso de que las redes secundarias existentes excedan las capacidades de los equipos de acceso, se procederá a realizar un rediseño del distrito, subdividiendo el mismo en dos o más distritos, hasta que tengamos redes acordes a las capacidades de los equipos de acceso. Al subdividir distritos, se procurará reutilizar los cables y series completas de las redes existentes operativas.

Es necesario previo al rediseño, realizar un inventario o levantamiento total de la red existente, de manera que no quede caja de dispersión, cable, acometida, reserva etc., sin ser intervenida. El dimensionamiento y el tipo de tarjeta a ser utilizado en las plataformas de acceso exterior, dependerá de la revisión de la demanda Comercial en coordinación con la Gerencia de Ingeniería.

Los diseños serán presentados de acuerdo a las normas técnicas de diseño y dibujo de redes de Telecomunicaciones con cobre vigentes.

3.1.5.3.3.4.2 Cables en la Red Secundaria

Se denomina cable de distribución y es el que une un armario de distribución con una caja de dispersión. Este tipo de cable pertenece a la red secundaria por lo tanto se lo denomina cable secundario. Las capacidades de los cables para la red secundaria serán:

- Para cables canalizados no podrá exceder de 200 pares en 0.4 mm.
- Para cables aéreos no podrá exceder de 100 pares en 0.4 mm.
- Para cables murales no podrá exceder de 100 pares en 0.4 mm.

3.1.5.3.3.4.7 Descongestiones.

Con frecuencia se da en los diseños el reemplazo de una red existente por una nueva por lo que se debe tomar las siguientes consideraciones:

- Hacer un levantamiento total de los cables secundarios existentes y de las cajas con su nomenclatura de cada uno de los distritos a desmontar.
- Verificar el estado eléctrico y mecánico de las instalaciones existentes, y su tiempo de vida.

- Los límites de un distrito formarán sólo un perímetro cerrado, identificando los distritos colindantes.

➤ **3.1.5.3.3.5 ESQUEMÁTICOS DE CONEXIÓN ENTRE PLATAFORMAS OUTDOOR Y ARMARIOS DE PLANTA EXTERNA.**

En general se cuentan con dos escenarios:

- Sitios nuevos atendidos desde una plataforma y que se diseñe la Planta Externa con cobre.
- Sitios existentes donde se considere realizar reducción de bucle.

➤ **ESCENARIO: SITIOS NUEVOS**

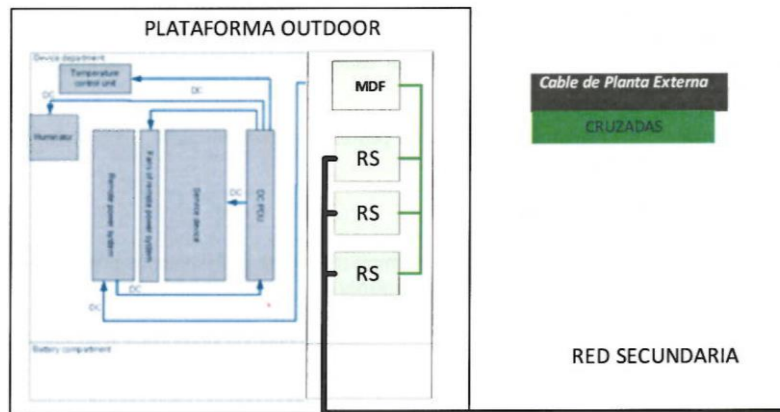


Figura 19. Plataforma Outdoor

➤ **ESCENARIO: SITIOS EXISTENTES PARA REDUCCIÓN DE BUCLE DE ABONADO**

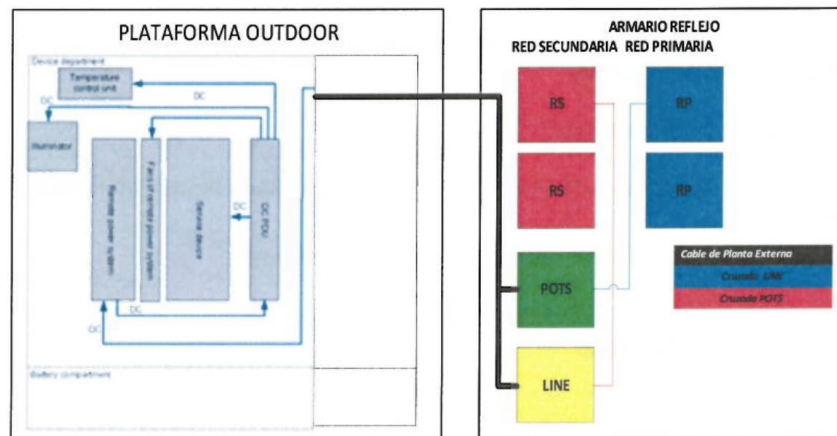


Figura 20 Plataforma Outdoor con Armario Reflejo

3.1.5.3.3.5 DISEÑO DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA (ENLACE).

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

El desarrollo de un diseño de enlace de fibra óptica para redes de Planta Externa deberá ser analizado, y considerar los siguientes aspectos:

- Atenuación del enlace
- Impacto ambiental
- Tipo de cable
- Tipo de fibra óptica
- Conectores ópticos
- Empalmes

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

➤ *3.1.5.3.3.5.1 FACTORES QUE INTERVIENEN EN UN ENLACE.*

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

- Pérdidas totales del enlace.
- Ancho de banda del enlace.

El ancho de banda dependerá de las características de la fibra y la longitud del enlace. A mayor longitud decrece el ancho de banda. En algunos casos el fabricante del equipo óptico establece el ancho de banda que puede soportar un enlace considerando las distancias y el tipo de fibra óptica, lo cual facilitará la determinación del diseño.

Generalmente los enlaces de interconexión Central — Nodo a nivel de ciudad, utilizan cables de fibra óptica monomodo bajo la recomendación ITU G.652 y ITU G.655. Para enlaces troncales o requerimientos de mejoramiento del medio de transmisión (tecnología DWDM) se necesitará un mejor comportamiento de la fibra ante la atenuación por lo que se recomienda la utilización de la fibra monomodo bajo la recomendación ITU - G.655. La realización de un análisis de las pérdidas por atenuación en el enlace diseñado, permitirá manejar un criterio técnico durante el proceso de recepción de los enlaces construidos.

3.1.5.3.3.5.2 CONFIGURACIONES PARA REDES DE FIBRA ÓPTICA.

Las redes de fibra óptica para planta externa pueden presentar las siguientes configuraciones:

- Punto a multipunto (GPON)
- Punto a punto
- Anillo
- Malla

Las configuraciones a utilizarse para la interconexión entre la central local o nodo con las plataformas de acceso exterior, serán los enlaces de fibra óptica punto a multipunto (GPON) y los enlaces de fibra óptica punto a punto. (P2P).

3.1.5.3.3.5.2.1 ENLACE DE FIBRA ÓPTICA PUNTO A MULTIPUNTO (GPON)

Es el cable troncal de fibra óptica (Feeder) que sale de la Central local o Nodo para alimentar a los distritos conformados por plataformas de acceso que independientemente, o junto a los armarios de distribución proyectados o existentes, conformará los llamados distritos (red de cobre).

Una vez que las plataformas de acceso han sido ubicadas en el diseño (distritos de red secundaria) se procede a unirlos por medio de cables de fibra óptica de adecuada capacidad los cuales interconectaran la salida de un splitter 1: 8 con el puerto uplink del equipo de acceso. Los buffer a utilizar serán el 22 de un cable de 288 h y los penúltimos buffer de los cables de menor capacidad.

El splitter será colocado en una manga existente o proyectada del cable troncal (Feeder) desplegado en el sector o cercano al mismo. La atenuación máxima de la red no debe superar los 28 dB, para el diseño en la CNT EP se consideran 3 dB de margen de seguridad, por lo cual todos los diseños con esta configuración deben tener máximo 25 dB de pérdida en el cálculo del Link Budget de la ODN.

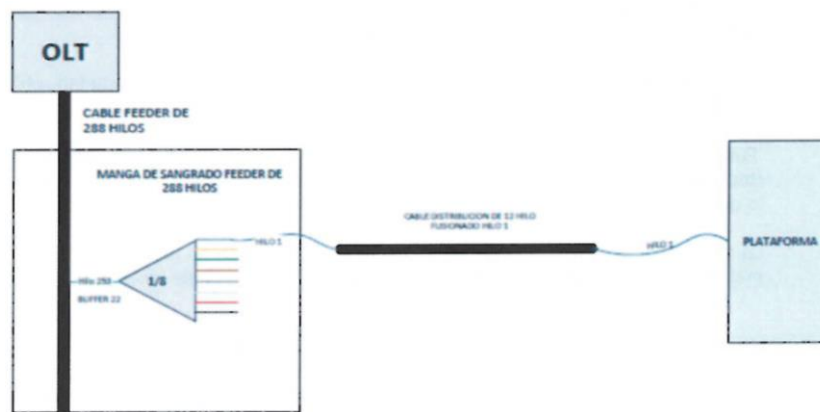


Figura 21. Enlace de Fibra Punto Multipunto

3.1.5.3.3.5.2.2 ENLACE DE FIBRA ÓPTICA PUNTO A PUNTO (P2P)

Es el cable de fibra óptica de capacidad adecuada que sale de la central o nodo para alimentar a los distritos conformados por plataformas de acceso que independientemente o junto a los armarios de distribución proyectados o existentes, conformarán los llamados distritos (red de cobre). Una vez que las plataformas de acceso han sido ubicadas en el diseño (distritos red secundaria), se procede a unirlos por medio de cables de fibra óptica de adecuada capacidad tomando en cuenta que es necesario 2 (dos) hilos de FO para el uplink de cada una de las plataformas de acceso.

En cuanto a los empalmes (derivaciones) diseñados, se mantendrá el mismo criterio de sangrado utilizados en la red GPON, las mangas que protegen estos empalmes nos permiten trabajar hasta con 6 cables de entrada o salida debido a los 6 orificios que contienen las mismas.

En la central local o nodo, el cable de fibra óptica estará parqueado en un ODF que nos permita interconectar mediante patchcord al equipo MPLS, como muestra la Figura 22.

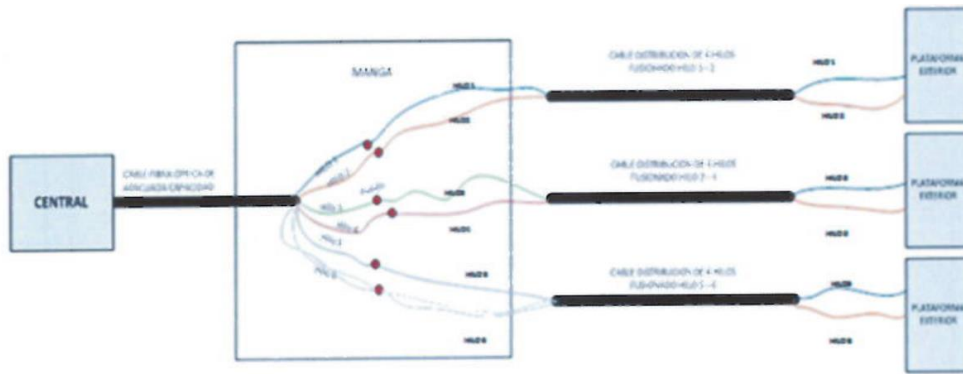


Figura 22 Enlace de Fibra Punto a Punto.

Una vez que las plataformas de acceso exteriores junto a los armarios de distribución han sido ubicadas en el diseño según los casos indicados anteriormente, se procederá a generar en forma descriptiva un plano llamado ENRUTAMIENTO DE ENLACE DE FIBRA ÓPTICA, y en forma eléctrica un plano llamado ESQUEMA DE ENLACE DE FIBRA ÓPTICA

Los enlaces serán diseñados de acuerdo a las normas técnicas de diseño y dibujo de redes de Telecomunicaciones con fibra óptica vigentes.

3.1.5.3.3.5.2.3 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

La codificación para la identificación de los equipos de acceso serán en base a un nombre que puede ser el del sector en donde se diseñe el distrito, acompañados de tres dígitos que corresponderán al número mismo del equipo de acceso, esta numeración será de forma ascendente desde la plataforma de acceso más cercana a la central local o nodo hacia la periferia. Es decir, los distritos próximos a la central tienen la numeración más baja. Procurar que la fibra óptica sea canalizada, salvo que no lo permitan la topografía del terreno, la configuración de calles o carreteras, o las ordenanzas locales.

Para las redes de fibra óptica aéreas se deben cumplir los criterios dados para las redes secundarias aéreas en cuanto a tierras, herrajes y capacidad de cables aéreos permitidos. Se debe proyectar una tierra en cada plataforma de accesos. Se debe evitar el tendido de cable en cruce de vías concesionadas, si no es posible se puede encontrar una solución enterrando el cable empleando el sistema de TOPO.

Cuando se remplace la red primaria existente por cable de fibra óptica, el diseñador realizará el levantamiento total la red primaria a fin de que todo sea descongestionado. Para reducir el nivel de ruido y proteger la red contra descargas eléctricas e interferencias electromagnéticas, se instalará sistemas de puesta a tierra en cada plataforma de acceso y a lo largo de toda la de red secundaria.

3.1.5.3.3.5.2.4 LONGITUD DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA

La longitud total del cable de fibra óptica proyectado, es el resultado de la siguiente sumatoria: distancia longitudinal de ODF a ODF es decir:

- Las distancias establecidas de poste a poste
- La distancia longitudinal de pozo a pozo (distancia de eje a eje) Las subidas a poste

- La longitud total de acceso en el túnel y/o cárcamo hasta el Rack del ODF en cada estación
- Reservas de cable:
 - 0 30 m en cada estación,
 - 0 30 m por cada empalme en POZO
 - 15 m (en cada extremo de cable) por cada empalme en poste.
 - 0 30 m. por cada 500 m de longitud a lo largo del enlace, en lugares de demanda y alto riesgo como cruces de carreteras.

Al resultado de la sumatoria total del cable, se adicionará el 5% debido a la catenaria y senos correspondientes.

3.1.5.3.3.6 DISEÑO DE CANALIZACIÓN Y SUBIDAS (OBRA CIVIL)

Existe una infraestructura civil (pozos, canalización) que conecta la central local o nodo con las plataformas de acceso y armarios de distribución y estos con las cajas de dispersión, posibilitando la instalación de cables de fibra óptica y cobre de mediana y baja capacidad, a fin de salvar obstáculos como gradas, puentes, quebradas, ríos, etc. formando lo que se llama la CANALIZACIÓN.

Los tramos de canalización se interconectan por medio de pozos (cámaras), en forma descriptiva mediante la ampliación de detalles, para generar un plano llamado CANALIZACION Y SUBIDAS. La infraestructura civil será diseñada de acuerdo a las normas técnicas de diseño y dibujo de canalización telefónica vigentes

3.1.5.3.3.6.1 PEDESTAL PARA LA PLATAFORMA DE ACCESO

Es la base hueca de hormigón armado de $h = 1.0$ m, pie de 0.50 y 0.14 m., de espesor, para equipos HUAWEI SIOO, S200, S300, con la diferencia de ancho y largo que presenta cada uno de estos equipos. La construcción de la base o pedestal, debe incluir el acceso al pozo, el tubo para el medidor, y la tierra para la plataforma.

El acceso al pozo ubicado junto a la base o pedestal, se lo realizará mediante 4 tubos PVC de 4" desde la boquilla del pozo a la cavidad ubicada en el lado inferior derecha de la base de hormigón. El tubo en donde se alojará el medidor de energía para el equipo de acceso, puede ser colocado al lado izquierdo o derecho de la base hueca de hormigón para las plataformas SIOO Y S200, dependiendo de la ubicación del poste de la empresa eléctrica desde donde se tomará la energía para el funcionamiento del equipo.

Considerando que la plataforma S300 tiene una puerta lateral (a su derecha vista desde el frente), se puede ubicar el tubo para el medidor al lado izquierdo de la base de acuerdo al siguiente esquema. Figura 23

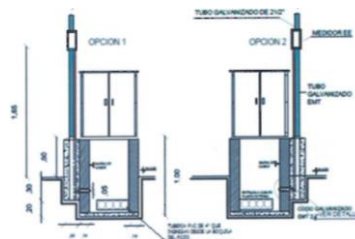


Figura 23. Base para instalación del Armario Inteligente.

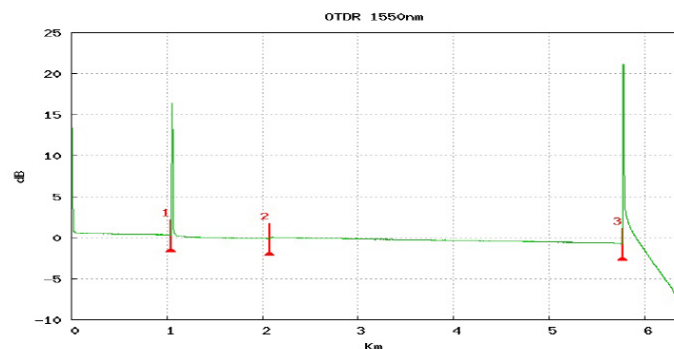
ANEXO B. PRUEBAS DE MEDICIÓN DE FIBRA ÓPTICA.



Cable Id : msan el cisne-nodo unach
Location A : msan
Job Id :

Fiber Id : G652 27
Location B : nodo unach
Technician Id :

MTS 4000 (S/N 25918)		4126 LA (S/N 10002)											
Setup	OTDR	1550nm	60ns	10km	64cm	20.0s	1.47109	-81.0 dB					
Alarms		None											
Thresholds		None											
Summary													
Filename	.sor	Laser nm	1550	Link Loss dB	1.248	Link Ori dB	30.12	Fiber End Km	5.769	Direction	msan -> nodo unach	Event	Alarms



Event	Distance Km	Loss dB	Reflect. dB	Slope dB/km	Section Km	T. Loss dB
1	1.048	0.200	-31.18	0.213	1.048	0.225
2	2.081	-0.178		0.296	1.033	0.731
3	5.769		>-19.55	0.188	3.687	1.248

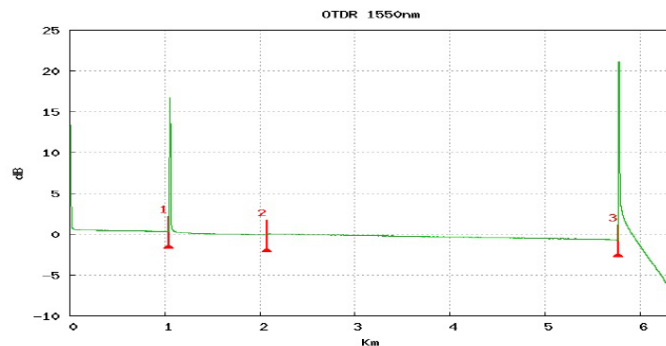
Mediciones en el Hilo 1



Cable Id : msan el cisne-nodo unach
Location A : msan
Job Id :

Fiber Id : G652 28
Location B : nodo unach
Technician Id :

MTS 4000 (S/N 25918)		4126 LA (S/N 10002)											
Setup	OTDR	1550nm	60ns	10km	64cm	20.0s	1.47109	-81.0 dB					
Alarms		None											
Thresholds		None											
Summary													
Filename	.sor	Laser nm	1550	Link Loss dB	1.233	Link Ori dB	29.56	Fiber End Km	5.769	Direction	msan -> nodo unach	Event	Alarms



Event	Distance Km	Loss dB	Reflect. dB	Slope dB/km	Section Km	T. Loss dB
1	1.048	0.112	-30.43	0.214	1.048	0.226
2	2.077	-0.150		0.340	1.028	0.688
3	5.769		>-19.56	0.188	3.692	1.233

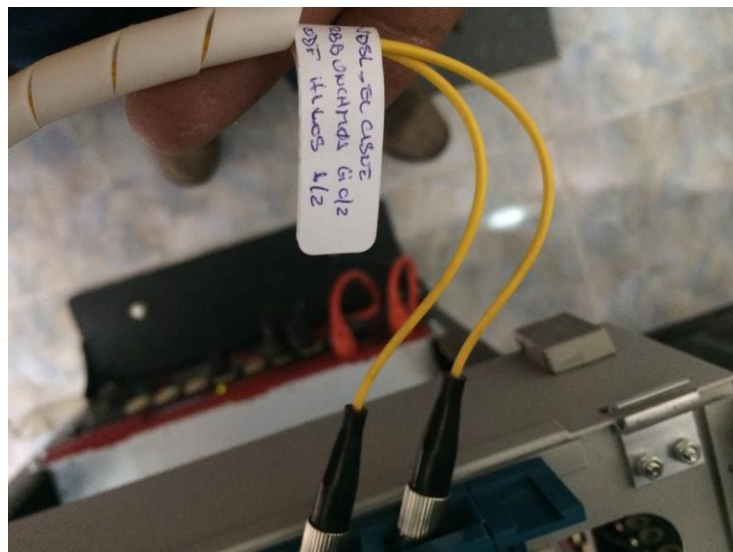
Mediciones en el Hilo 2

ANEXO C. FOTOGRAFÍAS DE LA IMPLEMENTACIÓN

NODO UNACH



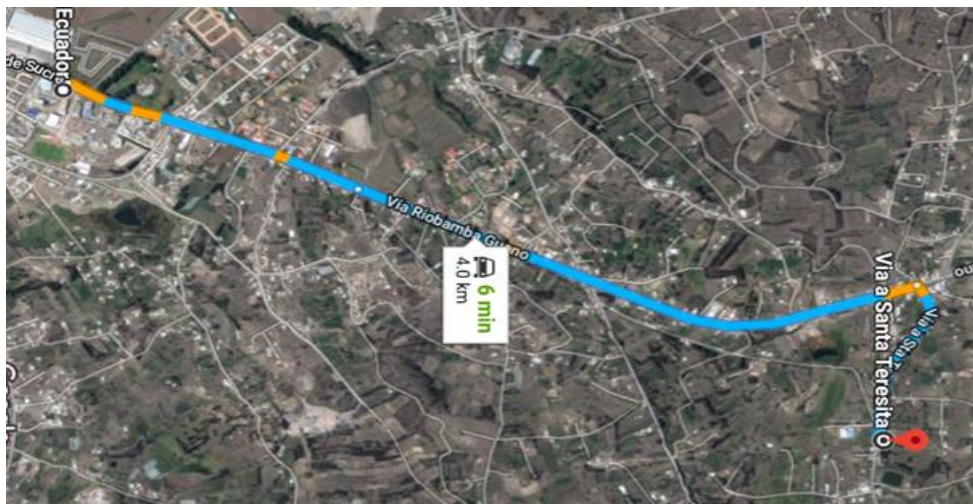
ODF UNACH



COBERTURA DEL SERVICIO



RECORRIDO DE LA RED DE FIBRA



RED SECUNDARIA

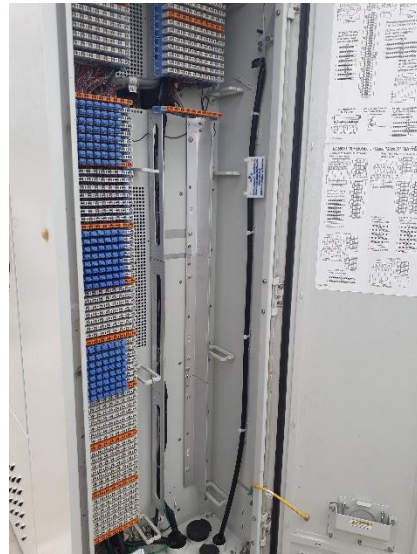
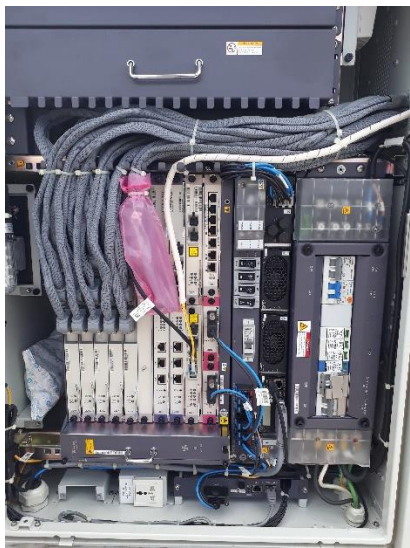


UBICACIÓN DEL EQUIPO DE ACCESO DE PLATAFORMA EXTERIOR Y



ARMARIO REFLEJO

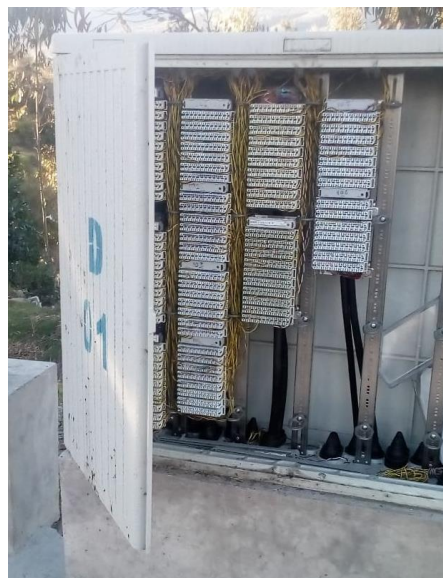
EQUIPO DE ACCESO DE PLATAFORMA



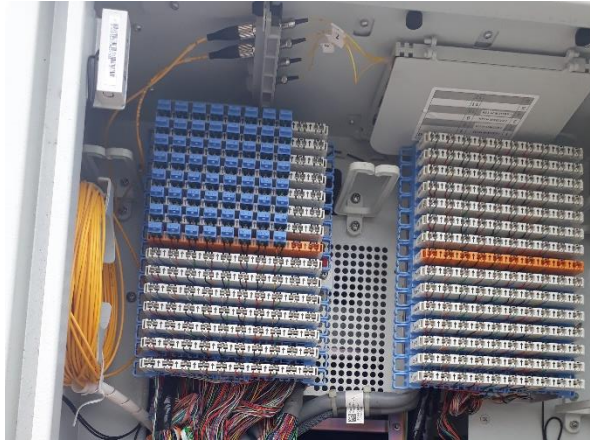
ARMARIO REFLEJO

ANTES

DESPUÉS



EQUIPO DE ACCESO DE PLATAFORMA



POST-LINE (RED PRIMARIA)

ANEXO D. MÓDULO DE ACCESO MULTI-SERVICIO SMARTAX MA5603T

El smartax ma5603t es un módulo de acceso multi-Servicio lanzado por Huawei.

MA5603T posicionamiento

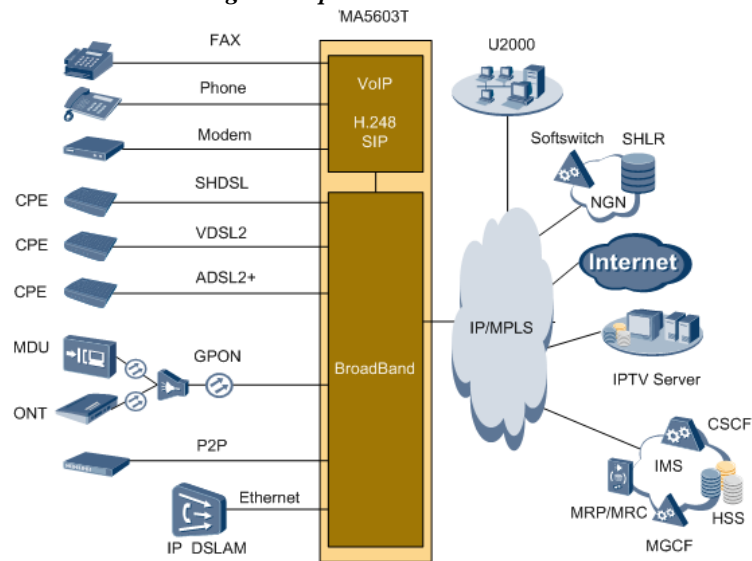
El sistema de acceso integrado de cobre óptico, proporciona los servicios integrados de acceso óptico de banda ancha y de banda estrecha y servicios de acceso óptico FTTx que cuentan con una alta velocidad, alto ancho de banda, y alta calidad. Puede funcionar como Olt, msan o IP DSLAM. El ma5603t es un dispositivo de capacidad media.

- Admite el Servicio de Acceso GPON/GPON de 10g. Todos los tres pueden funcionar como terminal de línea óptica (OLT) en el sistema GPON, trabajar con la terminal de red óptica (ONT) u otras unidades de red óptica (responsabilidad).
- Apoya el punto a punto (P2P) acceso óptico Fe/GE y proporciona a los usuarios el acceso P2P FTTH cooperando con el ONT.
- Proporciona la solución de servicio de voz basada en el Protocolo de inicio de sesión (SIP) y H.248, soporta el puerto ollas para implementar el servicio de voz, servicio de fax, servicio de módem de banda estrecha, y varios servicios complementarios.
- Proporciona el servicio de línea privada E1/n * 64 k a través de la placa TDM SHDSL. Y h802edtb Board apoya la función TDM SHDSL.
- Admite servicios de acceso de banda ancha como ADSL2 +, VDSL2 y SHDSL, mejorando la función xDSL.

En la dirección ascendente, el dispositivo está conectado generalmente a la red IP/MPLS a través del Ethernet (GE/10GE) puerto.

La figura 1 muestra la posición del dispositivo en una red.

Figura 1 típica red de MA5603T

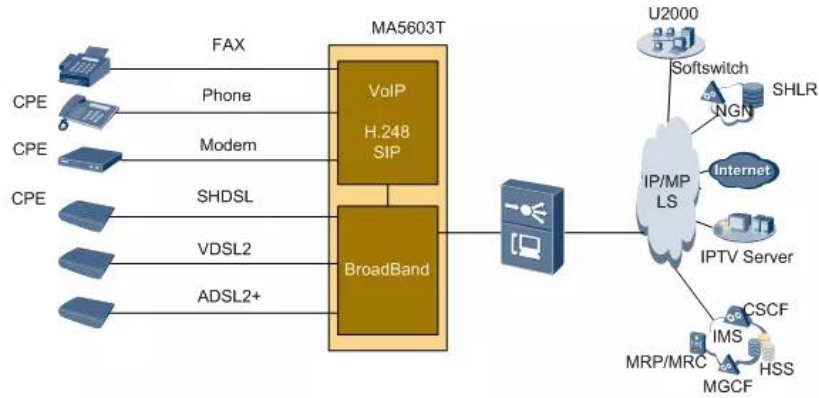


CPE: equipo de premisa del cliente	MDU: Unidad multivivienda
Terminal de red óptica	P2P: Punto a Punto
Modo de transferencia síncrono	VoIP: Voz sobre IP
NGN: Red de próxima generación	Sistema de redes de núcleo multimedia IP

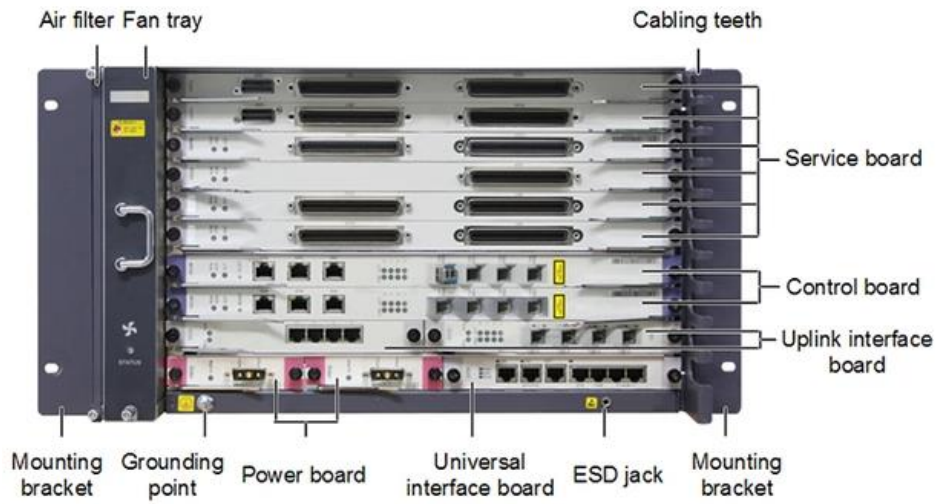
MA5603T posicionamiento

Además, el ma5603t también puede ser trasladado a otros OLT en la dirección ascendente en el modo GPON, funcionamiento como ONU en la red.

Figura 2 red típica del ma5603t (funcionamiento como ONU)



Imágenes detalladas



Chassis (with the ETSI mounting bracket) Unit: mm



Figura 1 diseño del chasis

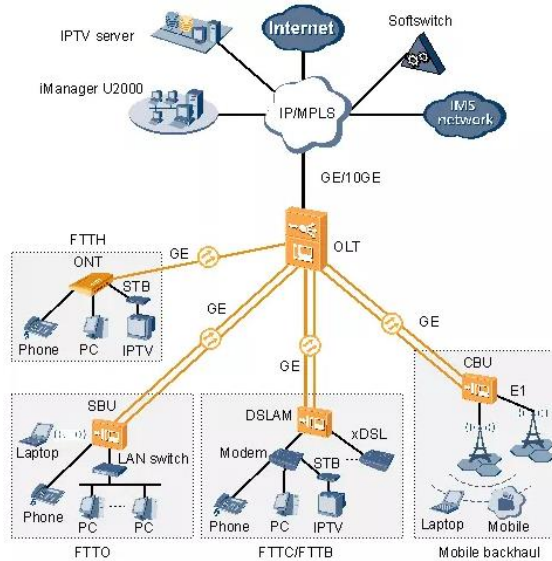
FAN	0	Service board		
	1	Service board		
	2	Service board		
	3	Service board		
	4	Service board		
	5	Service board		
	6	Control board		
	7	Control board		
	8	GIU	9	GIU
	10	Power	11	Power
		12	GPIO	

CARACTERÍSTICAS

Convergencia

La ma5603t cuenta con una potente capacidad de acceso y convergencia. En la dirección descendente, soporta en cascada a otros dispositivos a través del puerto GE o 10GE. En la dirección ascendente, es compatible con la red IP/MPLS a través del puerto GE o 10GE. También admite doble dirección al sujetadores a través de la conexión directa.

Figura 1 aplicación de red de convergencia

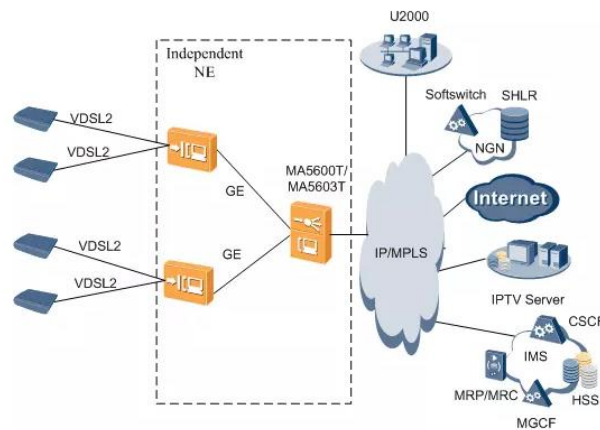


Rendimiento y capacidad muestra la capacidad de conmutación del backplane, la capacidad de conmutación de los tableros de control y los puertos 10GE/GE en cascada de los ma5603t.

Gestión centrada para los subracks remotos de GE en los escenarios FTTB o FTTC

La ma5603t apoya la gestión centrada para los subracks remotos GE en los escenarios FTTB o FTTC para que la red ofrece una mayor escalabilidad. La característica de subrack ampliada de GE utiliza nuevas tecnologías como VDSL2 y vectoring en la red de línea de cobre para implemente ultra redes de banda ancha de manera más práctica y rápida.

Figura 2 ma5603t red típica para la gestión centrada para los subrácks remotos GE en los escenarios FTTB o FTTC



Información de la empresa

Tecnología de la información., Que proporciona los servicios principales en términos de Industrias de comunicaciones y tecnología de la banda ancha, es una investigación y Desarrollo, producción, ventas, integración de servicios, empresas de alta tecnología. Nuestros productos Cubre principalmente la transmisión y el acceso de señales ópticas, transmisión de señales y acceso, Conversión de señal fotoeléctrica y señal fotoeléctrica, etc.

Chucheng es el agente de las conocidas marcas internacionales como Huawei, ZTE, Los clientes incluyen las principales compañías nacionales de telecomunicaciones, como Como radio y televisión, electricidad, minería y otros usuarios profesionales de la industria. NosHa estado creciendo activamente en los mercados extranjeros. Los productos se exportan a Europa, Estados Unidos, Asia sudoriental, Oriente Medio, Japón, Corea y otros países vecinos.

ANEXO E. CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO ACCESO DE PLATAFORMA EXTERIOR

```
MA5603T(config-if-giu-0/8)#Quit
MA5603T(config)#display electro-switch
```

```
-----
Index Current location-0 location-1
-----
0 location-0 0/7 0/8
1 location-1 VOIP 0/9/-
-----
```

Total: 2

```
MA5603T(config)#electro-switch 0 location-1
Failure: the data has not been saved, please save data before you set
electronic switch
```

```
MA5603T(config)#save
{ <cr>|configuration<K>|data<K> }:
```

```
Command:
save
```

```
MA5603T(config)#
It will take several minutes to save configuration file, please wait...
```

```
MA5603T(config)#
Configuration file has been saved to active board successfully, and then
system will duplicate it to the standby board
```

```
MA5603T(config)#
Note: The duplicated configuration file in 0 frame 6 slot takes effect after being activated
```

```
MA5603T(config)#
The data is being saved, please wait a moment...
```

```
MA5603T(config)#
```

```
MA5603T(config)#
```

```
1 [2017-05-16 22:46:06+08:00]:The percentage of saved data on 7 slot's control board is: 21%
```

```
MA5603T(config)#
```

```
1 [2017-05-16 22:46:06+08:00]:The percentage of saved data on 6 slot's control board is: 18%
```

```
MA5603T(config)#
```

```
1 [2017-05-16 22:46:09+08:00]:The percentage of saved data on 7 slot's control board is: 27%
```

```
MA5603T(config)#
```

```
1 [2017-05-16 22:46:09+08:00]:The percentage of saved data on 6 slot's control board is: 24%
```

```
MA5603T(config)#
```

```
1 [2017-05-16 22:46:12+08:00]:The percentage of saved data on 7 slot's control board is: 33%
```

```
MA5603T(config)#
```

```
1 [2017-05-16 22:46:12+08:00]:The percentage of saved data on 6 slot's control board is: 30%
```

```
MA5603T(config)#
```

```
1 [2017-05-16 22:46:15+08:00]:The percentage of saved data on 7 slot's control board is: 39%
```

```
MA5603T(config)#
```

```
1 [2017-05-16 22:46:33+08:00]:The percentage of saved data on 6 slot's control board is: 63%
```

```
MA5603T(config)#
```

```
MA5603T(config)#
```

```
1 [2017-05-16 22:46:35+08:00]:The data of 7 slot's control board is saved
completely
```

```
MA5603T(config)#
```

```
1 [2017-05-16 22:46:35+08:00]:The data of 6 slot's control board is saved
completely
```

```
MA5603T(config)#
```

```
MA5603T(config)#save
```

```
electro-switch 0 location-1
```

```
Set electronic switch will automatically save data and reboot system, are you sure to make the operation? (y/n)[n]:y
```

```
MA5603T(config)#
```

```
It will take several minutes to save configuration file, please wait...
```

```
MA5603T(config)#
```

```
Configuration file has been saved to active board successfully, and then
system will duplicate it to the standby board
```

```
MA5603T(config)#
```

```
Note: The duplicated configuration file in 0 frame 6 slot takes effect after being activated
```

```
MA5603T(config)#
```

```
1 [2017-05-16 22:47:14+08:00]:The percentage of saved data on 7 slot's control board is: 66%
```

```
MA5603T(config)#
```

```
1 [2017-05-16 22:47:14+08:00]:The percentage of saved data on 6 slot's control board is: 63%
```

```
MA5603T(config)#
```

```
1 [2017-05-16 22:47:17+08:00]:The percentage of saved data on 7 slot's control board is: 72%
```

```
MA5603T(config)#
```

```
1 [2017-05-16 22:47:17+08:00]:The percentage of saved data on 6 slot's control board is: 69%
```

```
MA5603T(config)#
```

```
1 [2017-05-16 22:47:18+08:00]:The data of 7 slot's control board is saved
completely
```

```

MA5603T(config)#
 1 [2017-05-16 22:47:18+08:00]:The data of 6 slot's control board is saved
completely
MA5603T(config)#
Platform System start ...
Press 'Ctrl+T' to stop auto-boot
Memory Data Bus Test .....pass.
Memory Address Bus Test .....pass.
Trace code : 0x00000000
Copy from ROM to RAM ..... OK!
Uncompress from ROM to RAM ..... OK!
Copyright (c) 1998 - 2014 by Huawei Technologies Co.,Ltd.
All Rights Reserved.
The last update date of base BIOS A is : Oct 15 2014 10:48:33
=====
BOARD INFORMATION :
CPU: MPC8349 ADS. Processor #0.(Rev 3.00) running at 528Mhz
512M bytes DDR(ECC), 128M bytes flash installed on board
Baudrate of serial channel is 9600bps
Board's LAN IP address is 10.11.104.2
Board's LAN Subnet mask is 255.255.255.0
Board's LAN MAC address is 90:03:25:17:7B:FD
=====
Base BIOS version is 310
Save extended BIOS disable start flag...OK!
Transferring control to the extended BIOS ...OK!
The last update date of extended BIOS is : Jan 19 2015 21:26:03
System is booting from extended BIOS...
Extended BIOS version is 315
Press <D> key to stop auto-boot 3 2 1 0
Now system will boot from flash memory.
Testing Flash memory...OK!
Select area information : Program Area A ,Data Area A .
Begin to expand program... OK!
Save extended BIOS enable start flag...OK!
Transferring control to the loaded program...OK!
Starting system application init.....successfully!
Starting system configuration data init...successfully!
Load Voip Fpga.....OK!
Press any key to get started
>>User name:
Username timeout expired
>>User name:root
>>User password:
Huawei Integrated Access Software (MA5603T).
Copyright(C) Huawei Technologies Co., Ltd. 2002-2014. All rights reserved.
MA5603T>
Warning: Using the default user password is not recommended. Please change the password.
MA5603T>root
^
% Unknown command, the error locates at '^'
MA5603T>admin
^
% Unknown command, the error locates at '^'
MA5603T>
MA5603T>ene able
MA5603T#config
MA5603T(config)#config config enable electro-switch 1 location-0
System is in batch backup or data smooth or configuration recover, there will be no response to your command
MA5603T(config)#electro-switch 1 location-0
System is in batch backup or data smooth or configuration recover, there will be no response to your command
MA5603T(config)#electro-switch 1 location-0
System is in batch backup or data smooth or configuration recover, there will be no response to your command
MA5603T(config)#electro-switch 1 location-0
Failure: the data has not been saved, please save data before you set
electronic switch
MA5603T(config)#save
{ <cr>|configuration<K>|data<K> } :
Command:
save
MA5603T(config)#
It will take several minutes to save configuration file, please wait...
MA5603T(config)#
Configuration file has been saved to active board successfully, and then
system will duplicate it to the standby board

```

MA5603T(config)#

Note: The duplicated configuration file in 0 frame 6 slot takes effect after being activated

MA5603T(config)#

The data is being saved, please wait a moment...

MA5603T(config)#

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:57:35+08:00]:The percentage of saved data on 7 slot's control board is: 21%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:57:35+08:00]:The percentage of saved data on 6 slot's control board is: 18%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:57:38+08:00]:The percentage of saved data on 7 slot's control board is: 27%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:57:38+08:00]:The percentage of saved data on 6 slot's control board is: 24%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:57:41+08:00]:The percentage of saved data on 7 slot's control board is: 33%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:57:41+08:00]:The percentage of saved data on 6 slot's control board is: 30%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:57:44+08:00]:The percentage of saved data on 7 slot's control board is: 39%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:57:44+08:00]:The percentage of saved data on 6 slot's control board is: 36%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:57:47+08:00]:The percentage of saved data on 7 slot's control board is: 45%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:57:47+08:00]:The percentage of saved data on 6 slot's control board is: 42%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:57:50+08:00]:The percentage of saved data on 7 slot's control board is: 51%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:57:50+08:00]:The percentage of saved data on 6 slot's control board is: 48%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:57:53+08:00]:The percentage of saved data on 7 slot's control board is: 52%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:57:53+08:00]:The percentage of saved data on 6 slot's control board is: 49%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:57:56+08:00]:The percentage of saved data on 7 slot's control board is: 52%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:57:56+08:00]:The percentage of saved data on 6 slot's control board is: 49%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:57:59+08:00]:The percentage of saved data on 7 slot's control board is: 52%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:57:59+08:00]:The percentage of saved data on 6 slot's control board is: 49%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:58:02+08:00]:The percentage of saved data on 7 slot's control board is: 66%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:58:02+08:00]:The percentage of saved data on 6 slot's control board is: 63%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:58:05+08:00]:The percentage of saved data on 7 slot's control board is: 72%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:58:05+08:00]:The percentage of saved data on 6 slot's control board is: 69%

MA5603T(config)#

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:58:08+08:00]:The data of 7 slot's control board is saved completely

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:58:08+08:00]:The data of 6 slot's control board is saved completely

MA5603T(config)#

MA5603T(config)#save electro-switch 1 location-0

Set electronic switch will automatically save data and reboot system, are you sure to make the operation? (y/n)[n]:y

MA5603T(config)#

It will take several minutes to save configuration file, please wait...

MA5603T(config)#

Configuration file has been saved to active board successfully, and then system will duplicate it to the standby board

MA5603T(config)#

Note: The duplicated configuration file in 0 frame 6 slot takes effect after being activated

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:58:51+08:00]:The percentage of saved data on 7 slot's control board is: 66%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:58:51+08:00]:The percentage of saved data on 6 slot's control board is: 63%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:58:54+08:00]:The percentage of saved data on 7 slot's control board is: 72%

MA5603T(config)#

1 [2017-05-16 22:58:54+08:00]:The percentage of saved data on 6 slot's control board is: 69%

MA5603T(config)#
1 [2017-05-16 22:58:54+08:00]:The data of 7 slot's control board is saved completely

MA5603T(config)#
1 [2017-05-16 22:58:54+08:00]:The data of 6 slot's control board is saved completely

MA5603T(config)#
Platform System start ...
Press 'Ctrl+T' to stop auto-boot
Memory Data Bus Testpass.
Memory Address Bus Testpass.
Trace code : 0x00001111
Copy from ROM to RAM OK!
Uncompress from ROM to RAM OK!
Copyright (c) 1998 - 2014 by Huawei Technologies Co.,Ltd.
All Rights Reserved.
The last update date of base BIOS B is : Oct 15 2014 10:48:33

=====

BOARD INFORMATION :
CPU: MPC8349 ADS. Processor #0.(Rev 3.00) running at 528Mhz
512M bytes DDR(ECC), 128M bytes flash installed on board
Baudrate of serial channel is 9600bps
Board's LAN IP address is 10.11.104.2
Board's LAN Subnet mask is 255.255.255.0
Board's LAN MAC address is 90:03:25:17:7B:FD

=====

Base BIOS version is 310
Save extended BIOS disable start flag...OK!
Transferring control to the extended BIOS ...OK!
The last update date of extended BIOS is : Jan 19 2015 21:26:03
System is booting from extended BIOS...
Extended BIOS version is 315
Press <D> key to stop auto-boot 3 2 1 0
Now system will boot from flash memory.
Testing Flash memory...OK!
Select area information : Program Area A ,Data Area A .
Begin to expand program... OK!
Save extended BIOS enable start flag...OK!
Transferring control to the loaded program...OK!
Starting system application init.....successfully!
Starting system configuration data init...successfully!
Load Voip Fpga.....OK!
Press any key to get started
>>User name:
Username timeout expired
>>User name:
Username timeout expired
>>User name:
>>User password:
Username or password invalid.
Configuration console exit, please press any key to log on
>>User name:root
>>User password:
Huawei Integrated Access Software (MA5603T).
Copyright(C) Huawei Technologies Co., Ltd. 2002-2014. All rights reserved.

All user fail login information:

Access Type IP-Address Time Login Times

Serial -- 2017-05-16 23:03:46+08:00 1

MA5603T>
Warning: Using the default user password is not recommended. Please change the password.
MA5603T>enable
MA5603T#config
MA5603T(config)#display current-configuration
{ <cr>|ont<K>|port<K>|section<K>|service-port<K>|simple<K>||<K> }:
Command:
display current-configuration
[MA5600V800R015: 5800]

[sysmode]
<sysmode>

```

switch adsl mode to rfc2662 vdsl mode to tr129
electro-switch 0 location-1
electro-switch 1 location-0
xpon mode switch-to profile-mode
voice-spec set vag-num 8
protocol support h248
system workscene msan
#
[global-config]
<global-config>
terminal user name buildrun_new_password root *J$1a$k`ScNhj%rB$iKsrA@,^*!-*) Gk3i>iT'xR$IPySC4bWK;M%:)$* 7
0000:00:00:00:00:00 0000:00:00:00:00:00 root 1 "
----" 0
ont-lineprofile gpon profile-id 0 profile-name "line-profile_default_0"
tcont 0 dba-profile-id 2
tcont 1 dba-profile-id 0
commit
quit
#

```

```

---- More ( Press 'Q' to break ) ----

```

```

MA5603T(config)#
MA5603T(config)#interface giu 0/8
MA5603T(config-if-giu-0/8)#display port state all

```

```

-----
Port  Port Optic  Native  MDI  Speed  Duplex  Flow-  Active  Link
Type  Status  VLAN    (Mbps)  Ctrl  State
-----
0  GE  normal  1 -  auto  auto  off  active  offline
1  GE  absence 1 -  auto  auto  off  active  offline
2  GE  absence 1 -  auto  auto  off  active  offline
3  GE  absence 1 -  auto  auto  off  active  offline
-----

```

```

-----
Port  Detecting Time(Min)  TX State  Auto-sensing
-----
0      - - -
1      - - -
2      - - -
3      - - -
-----

```

```

-----
Port 15Min 15Min 24Hour 24Hour
    AlmProf WarnProf AlmProf WarnProf

```

```

---- More ( Press 'Q' to break ) ----

```

```

MA5603T(config-if-giu-0/8)#
MA5603T(config-if-giu-0/8)#quit
MA5603T(config)#vlan 200 standard
System is in batch backup or data smooth or configuration recover, there will be no response to your command
MA5603T(config)#vlan 200 standard
System is in batch backup or data smooth or configuration recover, there will be no response to your command
MA5603T(config)#vlan 200 standard
MA5603T(config)#port vlan 200 0/80 0
MA5603T(config)#display mac-address vlan 200
It will take some time, please wait...
Failure: There is not any MAC address record

```

```

MA5603T(config)#
MA5603T(config)#display vlan 200
{ <cr>|to<K> } :
Command:
    display vlan 200
VLAN ID: 200
VLAN name: VLAN_0200
VLAN type: standard
VLAN attribute: common
VLAN description:
VLAN forwarding mode: VLAN-MAC
VLAN broadcast packet forwarding policy: forward
VLAN unknown multicast packet forwarding policy: forward
VLAN unknown unicast packet forwarding policy: forward
VLAN bind service profile ID: -
VLAN bind RAIO profile index: -
VLAN priority: -

```

```

-----
F/S/P  Native VLAN  State
-----

```

0 / 8 / 0 1 down

Standard port number: 1
Service virtual port number: 0
MA5603T(config)#

Please check whether system data has been changed, and save data in time
Configuration console time out, please press any key to log on
>>User name:root
>>User password:
Huawei Integrated Access Software (MA5603T).
Copyright(C) Huawei Technologies Co., Ltd. 2002-2014. All rights reserved.

User last login information:

Access Type : Serial
IP-Address : --
Login Time : 2017-05-16 23:03:53+08:00
Logout Time : 2017-05-16 23:16:19+08:00

All user fail login information:

Access Type IP-Address Time Login Times

Serial -- 2017-05-16 23:03:46+08:00 1

MA5603T>
Warning: Using the default user password is not recommended. Please change the password.

MA5603T>enable
MA5603T#config
MA5603T(config)#config enable display vlan 200
{ <cr>|to<K> }:
Command:

display vlan 200
VLAN ID: 200
VLAN name: VLAN_0200
VLAN type: standard
VLAN attribute: common
VLAN description:
VLAN forwarding mode: VLAN-MAC
VLAN broadcast packet forwarding policy: forward
VLAN unknown multicast packet forwarding policy: forward
VLAN unknown unicast packet forwarding policy: forward
VLAN bind service profile ID: -
VLAN bind RAIO profile index: -
VLAN priority: -

F / S / P Native VLAN State

0 / 8 / 0 1 up OK

Standard port number: 1
Service virtual port number: 0

MA5603T(config)#display mav c-address v vlan 200
It will take some time, please wait...

SRV-P BUNDLE TYPE MAC MAC TYPE F / S / P VPI VCI VLAN ID
INDEX INDEX

- - eth 0026-7300-4b73 dynamic 0 / 8 / 0 - - 200
- - eth 0026-cb39-9600 dynamic 0 / 8 / 0 - - 200
- - eth e468-a386-9000 dynamic 0 / 8 / 0 - - 200
- - eth 643e-8ca7-2551 dynamic 0 / 8 / 0 - - 200
- - eth 0018-8261-0e1b dynamic 0 / 8 / 0 - - 200
- - eth 643e-8ca4-e55d dynamic 0 / 8 / 0 - - 200
- - eth 4c1f-cc15-cb70 dynamic 0 / 8 / 0 - - 200
- - eth a4dc-bef5-5636 dynamic 0 / 8 / 0 - - 200
- - eth 0018-827c-f635 dynamic 0 / 8 / 0 - - 200
- - eth 643e-8ca4-8d2c dynamic 0 / 8 / 0 - - 200
- - eth a4dc-bef5-402b dynamic 0 / 8 / 0 - - 200
- - eth 0819-a63c-3a52 dynamic 0 / 8 / 0 - - 200
- - eth 643e-8c9d-6f81 dynamic 0 / 8 / 0 - - 200
- - eth 9003-2517-5195 dynamic 0 / 8 / 0 - - 200

```

- - eth 643e-8ca4-a444 dynamic 0 /8 /0 - - 200
- - eth 04f9-38dd-197c dynamic 0 /8 /0 - - 200
- - eth 643e-8ca4-e51b dynamic 0 /8 /0 - - 200
- - eth 0819-a63c-8060 dynamic 0 /8 /0 - - 200
---- More ( Press 'Q' to break ) ----
MA5603T(config)#
MA5603T(config)#ip ipadres interface vlanif 200
MA5603T(config-if-vlanif200)#ip address 10.243.95.198 255.255.255.128
{ <cr>|description<K>|sub<K> } :
Command:
    ip address 10.243.95.198 255.255.255.128
MA5603T(config-if-vlanif200)#quit
MA5603T(config)#ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 10.243.95.129
{ <cr>|description<K>|permanent<K>|preference<K>|tag<K>|track<K> } :
Command:
    ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 10.243.95.129
MA5603T(config)#save
{ <cr>|configuration<K>|data<K> } :
Command:
    save
MA5603T(config)#
It will take several minutes to save configuration file, please wait...
MA5603T(config)#
Configuration file has been saved to active board successfully, and then
system will duplicate it to the standby board
MA5603T(config)#
Note: The duplicated configuration file in 0 frame 6 slot takes effect after being activated
MA5603T(config)#
The data is being saved, please wait a moment...
MA5603T(config)#
MA5603T(config)#
1 [2017-05-16 23:44:25+08:00]:The percentage of saved data on 7 slot's control board is: 21%
MA5603T(config)#
1 [2017-05-16 23:44:55+08:00]:The percentage of saved data on 6 slot's control board is: 69%
MA5603T(config)#
MA5603T(config)#
1 [2017-05-16 23:44:57+08:00]:The data of 7 slot's control board is saved
completely
MA5603T(config)#
1 [2017-05-16 23:44:57+08:00]:The data of 6 slot's control board is saved
completely
MA5603T(config)#display mac-address vlan 200
It will take some time, please wait...
-----
SRV-P BUNDLE TYPE MAC      MAC TYPE F/S/P  VPI VCI  VLAN ID
INDEX INDEX
-----
- - eth 643e-8ca4-a58e dynamic 0 /8 /0 - - 200
- - eth 0026-7300-4b73 dynamic 0 /8 /0 - - 200
- - eth 643e-8ca7-2239 dynamic 0 /8 /0 - - 200
- - eth 643e-8ca4-8cc9 dynamic 0 /8 /0 - - 200
- - eth 643e-8ca4-933b dynamic 0 /8 /0 - - 200
- - eth 0018-827c-f425 dynamic 0 /8 /0 - - 200
- - eth 0026-cb39-9600 dynamic 0 /8 /0 - - 200
- - eth e468-a386-9000 dynamic 0 /8 /0 - - 200
- - eth 0019-8f5f-a3a1 dynamic 0 /8 /0 - - 200
- - eth 643e-8ca7-2551 dynamic 0 /8 /0 - - 200
- - eth 0018-8261-0e1b dynamic 0 /8 /0 - - 200
- - eth 643e-8ca4-e55d dynamic 0 /8 /0 - - 200
- - eth 4c1f-cc15-cb70 dynamic 0 /8 /0 - - 200
- - eth a4dc-bef5-5636 dynamic 0 /8 /0 - - 200
- - eth e030-05de-7fd5 dynamic 0 /8 /0 - - 200
- - eth 0018-827c-f635 dynamic 0 /8 /0 - - 200
- - eth 643e-8ca4-8d2c dynamic 0 /8 /0 - - 200
- - eth a4dc-bef5-402b dynamic 0 /8 /0 - - 200
---- More ( Press 'Q' to break ) ----
MA5603T(config)#display mac-address vlan 200          current-configuration
{ <cr>|ont<K>|port<K>|section<K>|service-port<K>|simple<K>||<K> } :
Command:
    display current-configuration
[MA5600V800R015: 5800]
#
[sysmode]
<sysmode>
switch adsl mode to rfc2662 vdsl mode to tr129

```

```

electro-switch 0 location-1
electro-switch 1 location-0
xpon mode switch-to profile-mode
voice-spec set vag-num 8
protocol support h248
system workscene msan
#
[global-config]
<global-config>
terminal user name buildrun_new_password root *J$1a$k`ScNhj%rB$iKsrA@,^*!-*) Gk3i>i'l'xR$IPySC4bWK;M%:)$* 7
0000:00:00:00:00:00 0000:00:00:00:00:00 root 1 "
-----" 0
ont-lineprofile gpon profile-id 0 profile-name "line-profile_default_0"
tcont 0 dba-profile-id 2
tcont 1 dba-profile-id 0
commit
quit
#
[device-config]
<device-config>
board add 0/8 H801GICD
board add standby sub0 FLBA
#
[public-config]
<public-config>
snmp-agent local-engineid 800007DB03900325177BFD0D
#
[vlan-config]
<vlan-config>
vlan 200 standard
port vlan 200 0/8 0
#
[emu-config]
<emu-config>
emu add 0 Power4830L 0 0 "GSE200M"
emu add 1 fan 0 1 "H801FCBI"
#
[config]
<config>
mpls label start 8192
#
[prevlanif]
<prevlanif>
interface vlanif200
#
[vlanif]
to break ) ----
MA5603T(config)#display current-configuration
{ <cr>|ont<K>|port<K>|section<K>|service-port<K>|simple<K>||<K> } :
Command:
    display current-configuration
[MA5600V800R015: 5800]
#
[sysmode]
<sysmode>
switch adsl mode to rfc2662 vdsl mode to tr129
electro-switch 0 location-1
electro-switch 1 location-0
xpon mode switch-to profile-mode
voice-spec set vag-num 8
protocol support h248
system workscene msan
#
[global-config]
<global-config>
terminal user name buildrun_new_password root *J$1a$k`ScNhj%rB$iKsrA@,^*!-*) Gk3i>i'l'xR$IPySC4bWK;M%:)$* 7
0000:00:00:00:00:00 0000:00:00:00:00:00 root 1 "
-----" 0
ont-lineprofile gpon profile-id 0 profile-name "line-profile_default_0"
tcont 0 dba-profile-id 2
tcont 1 dba-profile-id 0
commit
quit
#
[device-config]

```

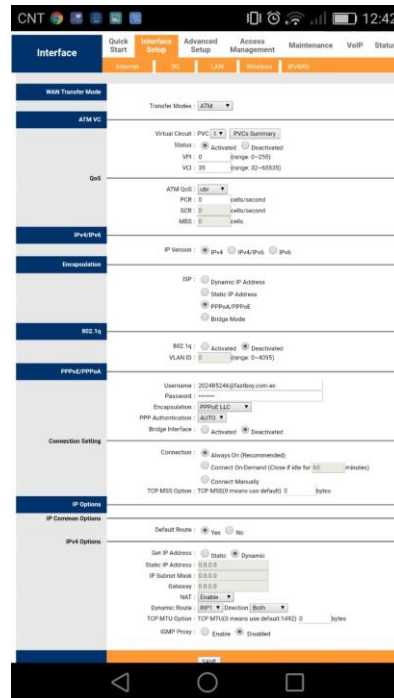
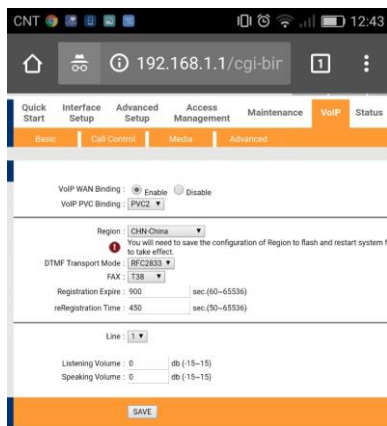
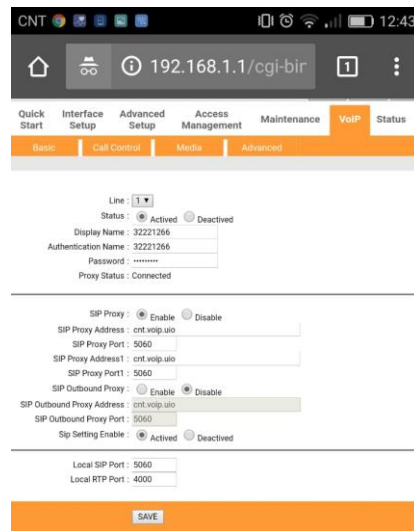


```
<device-config>
board add 0/8 H801GICD
board add standby sub0 FLBA
#
[public-config]
<public-config>
snmp-agent local-engineid 800007DB03900325177BFD0D
#
[vlan-config]
<vlan-config>
vlan 200 standard
port vlan 200 0/8 0
#
[emu-config]
<emu-config>
emu add 0 Power4830L 0 0 "GSE200M"
emu add 1 fan 0 1 "H801FCBI"
#
[config]
<config>
mpls label start 8192
#
[prevlanif]
<prevlanif>
interface vlanif200
#
[vlanif]
<vlanif200>
interface vlanif200
ip address 10.243.95.198 255.255.255.128
#
[meth]
<meth0>
interface meth0
ip address 10.11.104.2 255.255.255.0
#
[null]
<null0>
interface null0
#
[aaa]
<aaa>
aaa
authentication-scheme "default"
#
authorization-scheme "default"
#
accounting-scheme "default"
#
domain "default"
#
[post-system]
<post-system>
ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 10.243.95.129
undo ssh server compatible_ssh1x
ssh user root authentication-type password
#
return
MA5603T(config)#
MA5603T(config)#
MA5603T(config)#
MA5603T(config)#
MA5603T(config)#quit
MA5603T#
```

ANEXO F. CONFIGURACION DEL EQUIPO DEL CLIENTE



CONFIGURACIÓN EQUIPO DEL CLIENTE



CNT 12:42

Language | English

Quick Start | **Interface Setup** | Advanced Setup | Access Management | Maintenance

Internet | 3G | LAN | Wireless | **IPv6/SD**

Mode

Transfer Modes: ATM

Virtual Circuit - PVC: 0 | PVCs Summary

Status: Activated Deactivated

VPI: 0 (range: 0-255)

VCI: 33 (range: 32-65535)

QoS

ATM QoS:ubr

PCR: 0 cells/second

SCR: 0 cells/second

MBS: 0 cells

Pv6

IP Version: IPv4 IPv4/IPv6 IPv6

Authentication

ISP: Dynamic IP Address Static IP Address PPPoA/PPPoE Bridge Mode

802.1q

802.1q: Activated Deactivated

VLAN ID: 0 (range: 0-4095)

Encapsulation: 1483 Bridged Only LLC

SAVE

CNT 12:42

192.168.1.1/cgi-bin

Internet | 3G | LAN | Wireless | **IPv6/SD**

WAN Transfer Mode

Transfer Mode: ATM

ATM VC

Virtual Circuit: PVC: 0 | PVCs Summary

Status: Activated Deactivated

VPI: 0 (range: 0-255)

VCI: 33 (range: 32-65535)

QoS

ATM QoS:ubr

PCR: 0 cells/second

SCR: 0 cells/second

MBS: 0 cells

IPv4/IPv6

IP Version: IPv4 IPv4/IPv6 IPv6

Encapsulation

ISP: Dynamic IP Address Static IP Address PPPoA/PPPoE Bridge Mode

802.1q

802.1q: Activated Deactivated

VLAN ID: 0 (range: 0-4095)

802.1X Authentication

802.1X: Disable

EAP Method: EAP-TLS

EAP Method: EAP-TLS

Enable Bidirectional Authentication

Certificate: (Select CA)

Trusted CA: (Select CA)

Dynamic IP

IP Common Options

Encapsulation: 1483 Bridged IP LLC

Bridge Interface: Activated Deactivated

Default Route: Yes No

TCP MTU Option: TCP MTU (default): 0 bytes

IPv4 Options

NAT: Enable

Dynamic Route: (SPF) | Direction: (Both)

IGMP Proxy: Enable Disable

SAVE | DELETE