



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES
CON TECNOLOGÍA GPON PARA EL
RESTABLECIMIENTO DEL SERVICIO
DE LA ZONA INDUSTRIAL EL RECREO
DE FLOR AMARILLO DEL MUNICIPIO
VALENCIA DEL EDO CARABOBO.**

Autor:
Gisela C. Becerra R.
C.I.: 19.991062

Urb. Yuma II, calle N°3, Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (Master) - Fax: (0241) 87123



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA TELECOMUNICACIONES**

**SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES CON TECNOLOGÍA GPON PARA
EL RESTABLECIMIENTO DEL SERVICIO DE LA ZONA INDUSTRIAL EL
RECREO DE FLOR AMARILLO DEL MUNICIPIO
VALENCIA DEL EDO CARABOBO.**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES.**

Autor: Gisela C. Becerra R.
C.I.: 19.991.062
Tutor: Ing. José Centeno

San Diego, Octubre 2019



FI-T-002-2019-2CE

Valencia, 18 de Julio de 2019

Ciudadanos:
Gisela Becerra
C.I:19.991.062
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2019 de fecha 18-07-2019 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES CON TECNOLOGÍA GPON PARA EL RESTABLECIMIENTO DEL SERVICIO DE LA ZONA INDUSTRIAL EL RECREO DE FLOR AMARILLO DEL MUNICIPIO VALENCIA DEL EDO CARABOBO**. Presentado por usted como requisitos para optar al título de Ingeniero en Telecomunicaciones.

Se ratifica la designación del Ing. José Centeno C.I:10.738.814 y la Ing. Alicia De Pizzela C.I: 4.598.880 como Tutores Académicos y Metodológicos que los asesoraran en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Prof. Luis Lira
Decano de la Facultad de Ingeniería



e.e. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1)

LH/c



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA TELECOMUNICACIONES

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ing. José Centeno, titular de la cédula de identidad N° 10.738.814, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el GISELA C. BECERRA R. titular de la cédula de identidad N° 19.991.602, titulado **“SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES CON TECNOLOGÍA GPON PARA EL RESTABLECIMIENTO DEL SERVICIO DE LA ZONA INDUSTRIAL EL RECREO DE FLOR AMARILLO DEL MUNICIPIO VALENCIA EDO CARABOBO.”**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Telecomunicaciones, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 4 de Octubre del año 2019

Ing. José Centeno.
C.I.: 10.738.814

AGRADECIMIENTO

BECERRA R., GISELA C.

Primeramente a DIOS, a mi Madre, mis Hermanas, mis sobrinos por ser motivo para lograr mis metas y sueños en la vida , a mi Ángel que desde el cielo me cuida y me bendice a mi Papá ,que donde se encuentra sé que estarás orgulloso de este logro.

Seguido a los trabajadores de la empresa CANTV, a cada uno de esos personajes, que desde el supervisor no obstaculizaron mi camino, a los técnicos compañeros, que desde el inicio de esta trayectoria me acompañaron a la universidad en vista de las Dificultades, me apoyaron para no abandonar.

Gracias a mi querida compañera de trabajo la profesora y estima Sra. Gloria González, quien ha sido mi mentora en este proyecto de grado. De igual manera a mi tutor José Centeno quien por sus aportes y tiempo dedicado para hacer posible este trabajo especial de grado

A mi estimada amiga Betty Contreras, quien a sus bellas palabras de motivación fue vital en este logro. A mi estimada Ann Hernández quien ha sido parte importante en este objetivo, al resto de mis queridos amigos quienes en la distancia me han ayudado

Agradezco a cada una de esas personas que sumaron en este gran logro.

¡Gracias por Tanto!

DEDICATORIA

BECERRA R., GISELA C.

A Dios, primeramente

A mi madre Martha R.

A mi tesoro celestial mi Papá Jesús B., quien por sus recuerdos en esta trayectoria me fortaleció, después de su partida para jamás desertar

A Ann H. por creer en mí y tenerme paciencia

ÍNDICE GENERAL

	Pp.
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE GRAFICAS	XII
ÍNDICE DE ESQUEMATICOS	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
RESUMEN.....	XV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I. EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Formulación del problema.....	4
1.3 Objetivos de la investigación.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 Justificación.....	5
1.5 Alcance de la Investigación.....	6
1.6 Limitaciones	7
II. MARCO TEORICO	
2.1. Antecedentes	8
2.2. Bases teóricas	10
2.2.1 Arquitectura de los sistemas de telecomunicaciones modernos	10
2.2.2 Tecnología NGN.....	10
2.2.3 Tecnología de Transporte de Datos y de Modulación	11
2.2.4 Redes y tecnología de acceso.....	12
2.2.5 Redes Ópticas Pasivas (PON).....	13
2.2.5.1 Estructura de una Red PON	14

2.2.5.2 GIGABIT PON (GPON).....	14
2.2.6 ONU/t Optical Network Unit / Terminal.....	16
2.2.7 OLT Optical Line Terminal o Terminal de Línea Óptica.....	17
2.2.8 ODN (Optical Distribution Network).....	18
2.2.8.1 Segmentos de la ODN	19
2.2.8.2 Elementos y accesorios de la ODN	20
2.2.8.3 ODF.....	21
2.2.8.4 MANGA o MUFA	21
2.2.8.5 FDH (Fiber Distribution Hub)	21
2.2.9 Principales Arquitecturas Similares a FTTX.....	21
2.2.10 FTTH (Fiber to the Home).....	22
2.2.11 La Arquitectura FTTB.....	23
2.2.12 FTTC (Fiber to the Curb)	23
2.2.13 FTTN (Fiber to the Neighborhood)	24
2.2.14 WDM (Wavelength División Multiplexing)	25
2.2.15 Recomendaciones UIT G.984.x.....	26
2.3 Definición de términos básicos	28

III. MARCO METODOLOGICO

3.1 Tipo de Investigación	30
3.2 Diseño de la Investigación	30
3.3 Nivel de la Investigación.....	31
3.4. Población y Muestra	32
3.4.1 Población	32
3.4.2 Muestra.....	32
3.5 Técnica e Instrumentos de Investigación	32
3.5.1. Técnicas empleadas	33
3.5.1.1. Revisión Documental	33
3.5.1.2. Observación directa.....	33
3.5.3. Instrumentos empleados	33
3.5.3.1. Instrumento de registro	33
3.5.3.2. Instrumento de observación técnica asistida	33

3.6 Fases de la Investigación	33
IV. RESULTADO	
4.1. Fase I. Diagnóstico de la situación actual de la red de acceso al nodo el RECREO de la operadora CANTV en la Zona Industrial EL RECREO	35
4.1.1. Encuestas	46
4.1.2. Resultados de las Encuestas	48
4.2. Fase II. Evaluación de los requerimientos necesarios de los equipos y facilidades de red que implican una solución usando tecnología GPON en el nodo EL RECREO	58
4.3. Fase III. Diseñar la red GPON para la Zona Industrial el RECREO de Flor Amarillo del municipio Valencia Edo Carabobo	60
4.4. Fase IV. Análisis de factibilidades Económica, Tecnológicas, Social, Ambiental de la zona industrial EL RECREO	772
4.4.1. Factibilidad Económica	72
4.4.2. Factibilidad Tecnológica	73
4.4.3. Factibilidad Social	78
4.4.4. Factibilidad Ambiental	78
CONCLUSION.....	81
RECOMENDACIONES.....	82
REFERENCIAS BIBLIOGRAFIAS.....	83
REFERENCIAS ELECTRONICAS	84
APENDICE A.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	Pp.
FIGURA	
Figura 1. Arquitectura NGN y elementos de Red.	11
Figura 2. Conexión ADSL	12
Figura 3. Splitter.....	12
Figura 4. Componentes principales de un sistema PON	14
Figura 5. Esquema General de la Tecnología GPON.	16
Figura 6. OLT Huawei 5600T 14 tarjetas con 8 puertos PON.....	17
Figura 7. OND.....	18
Figura 8. Elementos de la ODN	20
Figura 9. FTTX	22
Figura 10. Conexión FTTH.....	22
Figura 11. Conexión FTTN/FTTC.....	24
Figura 12. Esquema de conectividad de la red pasiva.....	25
Figura 13. Técnica DWM	26
Figura 14. Perímetro completo de la Zona Industrial EL RECREO.....	37
Figura15. Cobertura actual desde la Central Flor Amarillo (4144) ubicada en las Quintas, hasta el NGN Nodo EL RECREO Zona Industrial EL RECREO.....	38
Figura 16.Ubicación geográfica del ALMACEN NODAL CANTV.....	46
Figura 17.Ubicación Inalámbrica medio de transmisión Radioenlace Morro Almacén Nodal servicios internos de CANTV	47
Figura18. Arquitectura actual vs Arquitectura GPON escenarioCANTV	61
Figura 19. Dirección Zona Industrial EL RECREO Situación Actual.	63
Figura 20. Dirección Zona Industrial EL RECREO Situación propuesta.	64
Figura 21. Distribución RED GPON Zona 1.Representada por nueve (9) empresas..	68

Figura 22. Distribución Zona 2. Representada por tres (3) empresas de la Zona Industrial EL RECREO.....	70
Figura 23. Distribución Zona 3. Representada por cuatro (4) empresas de la zona industrial EL RECREO.....	72
Figura 24. Estructura típica de una RED GPON.....	77

ÍNDICE DE GRAFICAS

GRAFICAS	Pp.
1 Resultado item 1.....	49
2 Resultado item 2.....	50
3 Resultado item 3.....	51
4 Resultado item 4.....	52
5 Resultado item 5.....	53
6 Resultado item 6.....	54
7 Resultado item 7.....	55
8 Resultado item 8.....	56
9 Resultado item 9.....	57
10 Resultado item 10.....	58
11 Resultados de encuesta SI y NO	59
12 Impacto Fibra Óptica vs Cobre	79

ÍNDICE DE ESQUEMATICOS

ESQUEMATICOS	Pp.
1 Esquemático 1. ADS 13.....	39
2 Esquemático 2. ADS 14.....	40
3 Esquemático 3. Red Troncal fibra óptica distribuida central flor amarilla (4144) interconexión.....	41
4 Esquemático 4. Canalización NGN nodo EL RECREO.....	42
5 Esquemático 5. Red Central NGN nodo EL RECREO.....	43
6 Esquemático 6. Red Secundaria NGN nodo EL RECREO.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

TABLAS	Pp.
1. Detalles del plano de redes de área local, central 4144 ADS13 y 14.....	45
2. Observación Directa de las redes de área local, central 4144 ADS13 y 14.....	45
3. Componentes de Alimentación y posicionamiento del NGN... ..	65
4. Especificaciones Técnicas tarjeta GPFD, los módulos de la OLT.....	66
5. Empresas activas en lo actual, distribución Zona 1. REGPON	67
6. Distribución Zona 2 RED GPON.....	69
7. Distribución Zona 3 RED GPON.....	71
8. Cómputos de BAREMO año 2016.....	73
9. Presupuesto por equipos GPON.....	74
10. Presupuesto por equipos GPON.....	74
11. Potencias de enlace en GPON.....	75
12. Pérdidas en conectores y empalmes... ..	75
13. Pérdidas. Divisor Óptico por fibra	76



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA TELECOMUNICACIONES**

**SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES CON TECNOLOGÍA
GPON PARA EL RESTABLECIMIENTO DEL SERVICIO
DE LA ZONA INDUSTRIAL EL RECREO
DE FLOR AMARILLO DEL MUNICIPIO
VALENCIA DEL EDO CARABOBO.**

Autor: Gisela C. Becerra R.

Tutor: Ing. José Centeno.

Fecha: Octubre 2019.

RESUMEN

Las mejoras en servicios de conectividad en los últimos tiempos a nivel empresarial se han incrementado de manera exponencial, ya que todos los procesos se están modernizando y es indispensable contar con un buen servicio de datos que permita a la empresa realizar sus labores cotidianas, es por ello que se propone un diseño que permita las mejoras tecnológicas para el acceso del internet en la Zona Industrial EL RECREO de Flor Amarillo del municipio de Valencia edo. Carabobo, y sus alrededores con un alcance de más de cinco kilómetro desde el centro de trabajo Flor Amarillo. En esta gama las líneas de investigación se basan en un trabajo de tipo campo, descriptivo y de diseño no experimental, actualmente se posee un índice de vandalismo en las redes telefónicas de CANTV dejando inoperativos todos los servicios de comunicación, por lo cual hay la necesidad de restablecer los servicios sustituyendo la red de cobre por una red pasiva de fibra óptica llamada red GPON en la cual se va a disminuir el índice de vandalismo por el cableado sustituido, optimizando las mejoras del servicio y la capacidad de alcance al territorio estudiado.

Descriptor: Sistema de Telecomunicaciones, Fibra Óptica, Red GPON.

INTRODUCCIÓN

Como es sabido, las telecomunicaciones son de vital importancia para comunicarnos a diario, esto ha hecho que el acceso al ancho de banda y a las velocidades de transmisión, sean parámetros exigidos al momento de solicitar los servicios de telecomunicación. Es por ello, que ha surgido una variedad de alternativas para los sistemas de comunicaciones de hoy, donde las opciones más solicitadas, son las comunicaciones a través de cables de cobre, conocida como línea de abonado digital (DSL), cuya arquitectura punto a punto, puede proporcionar velocidades hasta 50 Mbps. Estos sistemas poseen muchas limitaciones frente a los sistemas ópticos implementados actualmente, los cuales emplean como principal medio de transmisión, la fibra óptica cuyos anchos de banda son del orden de los 10^{12} THz y las atenuaciones por el orden de $\sim 0,2$ dB/km. Las redes ópticas pasivas (PON), son las que presentan mayor ventajas para la transmisión en grandes distancias y sobre todo para tener enlaces punto a multipunto, porque no existen elementos activos dentro de la red de acceso, excepto a nivel central.

En esa línea de evolución, aparecen posteriormente las redes GPON (Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit), las cuales están estandarizadas por las normas UIT-T con las recomendación es G.984.1 (ITU-T, 2008), cuya infraestructura es muy similar a todas las redes PON, con la ventaja de que requiere de un (1) solo hilo de fibra óptica, el cual soporta múltiples usuarios, a través de divisores ópticos pasivos y es de un bajo costo económico.

Esto permite, que las redes GPON sean una opción atractiva para los proveedores de los servicios telecomunicaciones, que están dispuestos a sustituir las redes de cobre, por redes de fibra, sobre todo en las zonas urbanas de alta densidad poblacional. En Venezuela, las empresas de telecomunicaciones ya han desplegado la fibra óptica, como las redes troncales del país, con la función de transporte, quedando en la espera el despliegue de la red GPON. Actualmente, la demanda de servicios de acceso a gran

velocidad, cada día es mayor y las limitantes en redes de cobre, no permiten cumplir las crecientes necesidades de ancho de banda, es por ello que CANTV viendo esta problemática, inició la investigación, donde busca innovar los sistemas de telecomunicaciones con la tecnología GPON.

El presente trabajo de investigación está estructurado en cuatro capítulos, con el fin de cumplir las normativas establecidas por la Universidad José Antonio Páez, dichos capítulos se describen a continuación:

Capítulo I: Referido al planteamiento del problema, a los objetivos generales y específicos, así como la justificación del estudio, su alcance y las limitaciones, como objetivo principal del trabajo de grado se tiene “Proponer un sistema de telecomunicaciones con tecnología GPON (Red Pasiva Óptica con Capacidad de Gigabit) para el restablecimiento del servicio de la Zona Industrial EL RECREO de Flor Amarillo del municipio Valencia del Edo Carabobo.”

Capítulo II: Se hace hincapié en los antecedentes, se establecerán las bases teóricas que sustentan la realización del proyecto, al igual que los antecedentes existentes que aportan a la posible solución del mismo.

Capítulo III: Se planteara la naturaleza de la investigación, la cual por sus características, se trata de una investigación documental y de campo con carácter descriptivo, de modo que la estrategia metodológica seleccionada sirve de guía para el desarrollo del trabajo de grado.

Capítulo IV: En el último capítulo se dará a conocer los recursos técnicos económicos que serán necesarios para el desarrollo del proyecto y los resultados del mismo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

En el presente, el auge de las nuevas tecnologías que se lanzan al mercado y la gran demanda de clientes que desean el servicio de banda ancha, han permitido a las empresas proveedoras de internet un crecimiento en sus redes de transmisión. Uno de los avances más importantes en telecomunicaciones, es el que tiene que ver con la manera de utilizar la luz, como medio de transmisión para enviar información, esto se remonta a 1880, donde Alexander G. Bell realizó los primeros estudios de esta forma de comunicación. Sin embargo, no fue hasta mediados de los años setenta, que se publicaron los resultados del trabajo teórico, donde se logró transmitir información por medio de una guía óptica.

Actualmente en Venezuela las redes de acceso para el abonado son de cobre, con la tecnología Línea de Abonado Digital Asimétrica (ADSL), para muchos usuarios, la conexión por línea telefónica son suficiente. Sin embargo, otros clientes necesitan, conexiones más rápidas.

La Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela (CANTV), es la principal proveedora de internet y telefonía fija, proporciona sus servicios mediante la tecnología ADSL sobre par de cobre, en la Zona Industrial EL RECREO de Flor Amarillo del municipio Valencia Edo Carabobo, se encuentra instalado un nodo de tecnología Next Generation Network (NGN) que tiene una interconexión troncal por medio de Fibra Óptica (F.O), hacia el nodo de distribución principal que viene hacer la central de Flor Amarillo. Además está desplegada una red de acceso de cobre hacia el usuario.

En la actualidad esta red de acceso de cobre de este nodo el RECREO se encuentra vandalizada (robo), debido a que la zona industrial el RECREO de Flor Amarillo, carece de:

Vigilancia por parte de los entes de seguridad pública.

Mantenimiento del departamento de servicio generales de la empresa CANTV, dado que ellos son los encargados de evitar el crecimiento de maleza que se encuentra alrededor del nodo EL RECREO y del armario de distribución secundaria (ADS).

Otra causa es la falta de conciencia de la población cercana al nodo ya que arrojan desperdicios alrededor de los equipos instalados creando una acumulación de basura.

Esto trae como consecuencia la falta del servicio de telecomunicaciones en la zona industrial, lo cual acelera la migración de los usuarios de CANTV a otras operadoras.

1.2 Formulación del problema

Del planteamiento del problema descrito anteriormente se deriva la siguiente interrogante:

¿De qué manera se puede solventar la carencia del servicio de telecomunicaciones de la Zona Industrial el RECREO de Flor Amarillo del municipio Valencia edo. Carabobo?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Proponer un sistema de telecomunicaciones con tecnología GPON (Red Pasiva Óptica con Capacidad de Gigabit) para el restablecimiento del servicio de voz y datos la Zona Industrial EL RECREO de Flor Amarillo del municipio Valencia del Edo Carabobo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la red de acceso al nodo el RECREO de la operadora CANTV en la Zona Industrial EL RECREO.

- Evaluar los requerimientos necesarios de los equipos y facilidades de red que implican una solución usando tecnología GPON en el nodo EL RECREO.
- Diseñar la red GPON para reestablecer el servicio de voz y datos en la Zona Industrial EL RECREO de Flor Amarillo del municipio Valencia edo. Carabobo.
- Analizar las factibilidades en términos Económico, Tecnológico, Social y Ambiental de la zona industrial EL RECREO de Flor Amarillo del municipio Valencia edo. Carabobo.

1.4 Justificación

El presente proyecto surge de la necesidad que tiene la empresa CANTV de adaptar los servicios de telecomunicaciones tradicionales para que formen parte de una red convergente pasiva que ofrezca mejores beneficios tecnológicos para los usuarios y mayores beneficios económicos para el proveedor.

El proyecto se basa en diseñar una red de planta externa GPON, permitiendo llegar con este medio hasta el usuario final y así poder brindar todos los servicios demandados por los clientes (telefonía, internet y televisión) a empresas de diferente tamaño y a usuarios residenciales, con un ancho de banda que lo requiera, con la calidad de servicio y un precio atractivo.

La elección de una red GPON como proyecto de investigación es sin duda la oportunidad de implementarla en los enlaces de F.O. (Fibra Óptica) en nuestro medio y particularmente en la zona industrial el recreo, para que pueda ser implementada a futuro mediante inversiones que permitan tener la mejor red de datos del Estado, para los usuarios de orden empresarial y el beneficio de nuevos suscriptores con la finalidad de avanzar en la tecnologías de las telecomunicaciones.

Aportará grandes soluciones a nivel de tecnología, social y en lo académico, ya que por medio del desarrollo tecnológico. La fibra óptica es hoy en día, el mejor medio de comunicación, por las distintas bondades que cuenta en comparación a otros medios, las redes Gpon, nos ofrecen velocidades innovadoras en el esquema punto a multipunto,

se introduce espaciosamente a nuestro medio, las redes de acceso al usuario FTTH (Fiber To The Home), permitiendo de esta forma integrar varios servicios por un mismo medio y con una buena calidad de servicio.

En lo social la población cercana de la zona industrial EL RECREO, se abastecería de las mejoras de la red, demográficamente habitan más de 50 empresas e infraestructuras, sumando a esto el urbanismos como el sector Calicanto de Flor Amarillo, Valle Encantado de la Parroquia Rafael Urdaneta del municipio Valencia.

La inclusión de este proyecto en la empresa CANTV, contarán con la posibilidad de acceder a un servicio acorde a las necesidades de hoy en día pudiendo soportar las aplicaciones existentes con la calidad requerida como lo es el servicio de triple play.

También es de señalar que La Zona Industria EL RECREO, contara con los servicios de comunicación de voz, datos y el valor agregado de la televisión de pago por un solo medio físico, evitando de esta forma la incorporación de varios cables. Este nuevo paradigma de redes basadas en fibra óptica es la innovación de todo el país y minimizara la situación del vandalismo en redes de cobre.

Es por ello en lo académico; Las redes Gpon, son en la actualidad una de las tecnologías emergentes en nuestro medio, razón por la cual es necesario en la elaboración del presente trabajo la aplicación de conocimientos adquiridos en materias de Líneas de transmisión, Telecomunicaciones, propagación por el medio de la Fibra Óptica, además del manejo de herramientas que nos facilitan la elaboración del trabajo.

Todos estos conocimientos adquiridos durante los años de estudio en la carrera Electrónica y Telecomunicaciones en el desarrollo del trabajo se irán reforzando y complementando paulatinamente conocimientos que precisa la elaboración del mismo.

1.5 Alcance de la Investigación

El proyecto está enfocado a evidenciar las carencias y limitaciones de la red actual y a exponer los beneficios tanto económicos como tecnológicos del cambio de tecnología en ese sector, teniendo en cuenta que una de las consideraciones más importante de la Zona Industrial, opera la mayor parte de empresas del estado Carabobo por lo tanto el impacto en la calidad del servicio toma mayor relevancia.

El alcance de este proyecto está orientado a mostrar una alternativa diferente a la tecnología existente que lleva instalada por muchos años por esos ductos, teniendo en cuenta elementos como calidad o afectación de servicios. Se analiza la posibilidad de implementación de una solución de red GPON para el sector de la Zona Industrial EL RECREO y sus adyacencias, tomando como base las deficiencias de la red de cobre comparadas con la red de fibra, para esto se planteara posible solución los costos de ejecución una red de última tecnología, y se hará el respectivo análisis de la viabilidad financiera del proyecto.

1.6 Limitaciones

Existe dentro de los procesos investigativos limitantes para alcanzar los objetivos que se plantean, es por tal motivo que a continuación se plantean factores que hay que tomar en cuenta pues presentan un obstáculo a la investigación:

- a) Este trabajo de grado se concentra principalmente en el diseño de la red FTTH o FTTB con GPON, por lo que no se ahondará con profundidad los servicios Triple Play, si no que será tomada superficialmente.
- b) No forma parte de este proyecto la implementación de las mismas, queda a criterio de CANTV su utilización.
- c) Se requiere múltiples parámetros de las redes actuales para establecer el modelo de arquitectura que mejor convenga en la Zona Industrial EL RECREO y sus adyacencias.
- d) Que la empresa no disponga de logística operacional para la posible implementación de la red GPON.
- e) Obstrucción de las rutas actuales o imposibilidad de accesos por la delincuencia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

El presente capítulo contempla los antecedentes relacionados con la investigación, y las bases teóricas en donde se sustentan los aspectos generales del tema en estudio.

2.1 Antecedentes

Bolívar I. (2019) en su trabajo de grado **“Evaluación del proceso de migración de tecnología ADSL a fibra óptica bajo el estándar g.984.x GPON caso de estudio macas, morona Santiago”**. Presentado en el Instituto de Posgrado y Educación

Continúa de la ESPOCH para optar por el título de Magister en Sistemas de Telecomunicaciones. Ecuador. Desarrolla la investigación en la migración de la tecnología ADSL A GPON, bajo el estándar G.984.x, en la ciudad de Macas. La implementación de un nuevo sistema es compleja, la migración o cambio de una tecnología a otra; es más complejo. De acuerdo a la legislación vigente en el Ecuador.

En la estructura metodológica de Bolívar, los estándares y recomendaciones que existen en la red GPON, son de gran argumentos para este mismo capítulo, ya que conociendo las bases teóricas y legales que la red PON se destacan, para el desarrollo de la migración de la red de transporte es decir donde conociendo el modelo OSI conocemos que la red de transporte es el medio y la capa número tres de dicho modelo, es ideal ya que los servicios que extrae la red GPON podrán estar activos para la modernización de la Zona Industrial EL RECREO.

De la misma manera Rivera L y Huertas O (2017) en su trabajo de grado **“Estudio para la implementación de Red GPON en el sector comercial de Barranca Bermeja”**. Presentado en la Institución Universitaria Politécnico Gran Colombiano para optar por el título Especialización en Gerencia de Proyectos de Telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas. Colombia.

Parte de la investigación para mejorar la viabilidad del sector comercial, proponiendo el reemplazo de las redes de cobre por redes de fibra óptica. Ejecutan una factibilidad en la zona que permita demostrar que la instalación de una red con tecnología GPON puede ser una solución para la problemática actual.

En el criterio de Rivera y Huertas en su investigación aporta un gran beneficio ya que se realizan una factibilidad en el sector para alcanzar con la implantación de la red que ellos proponen, para este trabajo de grado el aporte es relevante debido a que se estudia el terreno para el diseño de la red GPON, estudiando cada segmento de la red de cobre en los aspectos de la red de acceso, para así mismo tener un bosquejo de la actualidad en el terreno

Seguidamente, Osorio A. (2016) en su trabajo de grado “**Redes GPON-FTTH, Evolución y Puntos Críticos para su despliegue en Argentina**”. Presentado en el Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA), como requerimiento para obtención del título de Máster en Ingeniería de las Telecomunicaciones. Argentina. Desarrolla el despliegue de la red de acceso en fibra óptica y otros servicios complementarios su capacidad de crecimiento, comparativa con otras tecnologías, sus virtudes y desventajas, además de su impacto en el mercado Laboral y Educativo.

Complementando con la investigación de Osorio, para este trabajo de grado, abarca cada criterio para el posible despliegue de la red en la zona industrial EL RECREO, cabe a destacar que el desarrollo de esta investigación solo conformara el diseño de la red GPON en la arquitectura FTTH ya que se adapta la inspección del terreno.

Por último, Mackenzie J. (2015) contribuye en su trabajo de grado “**Análisis de la demanda para la Implementación de una Red GPON para el parque industrial de la vía a Daule de la ciudad de Guayaquil**”. Presentado en la Universidad Nacional de Guayaquil para optar por el Grado de Magíster en Administración de Empresas Mención en Telecomunicaciones. Ecuador. Como objetivo principal destaca cuales son los requerimientos tecnológicos que tienen las empresas apostadas al sector

industrial que se definen en este estudio los beneficios que brinda la red GPON a los usuarios del sector.

Para finalizar con el antecedente de Mackenzie, es de gran provecho ya que contribuye al análisis de la demanda PYME que se encuentra en el sector industrial, por tal motivo que un estudio minucioso de la demanda es beneficioso para la operadora CANTV, captando a futuros suscriptores, y el amplio ancho de banda que esta red GPON ejecuta es un valor agregado al destacar todas las bondades

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Arquitectura de los sistemas de telecomunicaciones modernos

Los sistemas de telecomunicaciones se encuentran en proceso constante de cambio y evolución; a medida que se innova la tecnología, ésta es desplegada para brindar mejores servicios a los usuarios. En la última década, las redes de telecomunicaciones están siendo migradas a redes de próxima generación, denominadas NGN, las cuales convergen infraestructura y requerimientos en una nueva arquitectura.

Según (International Telecommunication Union ITU, 2017) se acepta la siguiente definición de red NGN:

“Una red de nueva generación (NGN, por sus siglas en inglés) es una red basada en paquetes capaz de proporcionar servicios de telecomunicaciones a los usuarios y que pueden utilizar múltiples tecnologías de transporte de banda ancha habilitadas por QoS, en las que las funciones relacionadas con el servicio son independientes de las tecnologías subyacentes relacionadas con el transporte. Permite el acceso irrestricto de los usuarios a las redes a los proveedores de servicios y servicios de su elección. Apoya la movilidad generalizada que permitirá la prestación constante y omnipresente de servicios a los usuarios”.

2.2.2 Tecnología NGN

Inicialmente se debe mencionar que la Red de Telefonía Pública Conmutada o PSTN migran la conmutación por circuitos a una conmutación por paquetes, con lo que se logra dar los servicios multimedia de redes IP de nueva generación. (Ver figura 1).

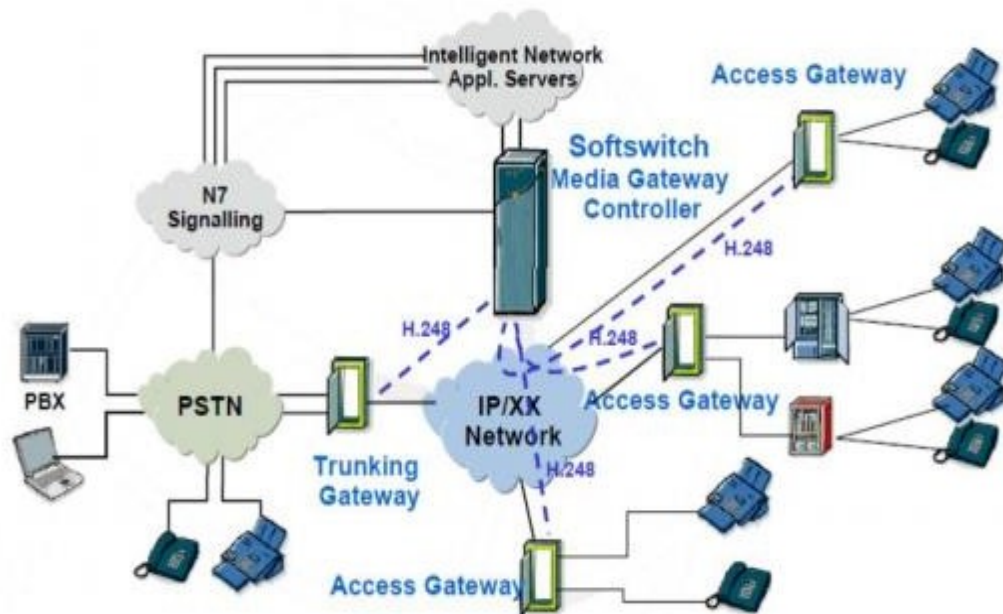


Figura 1. Arquitectura NGN y elementos de Red.

Fuente: <http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1335/1/I08T0005.pdf>

2.2.3 Tecnología de Transporte de Datos y de Modulación

Descripción de la modulación, la tecnología ADSL usa una técnica de modulación que posibilita la transmisión de datos a gran velocidad sobre el bucle de abonado. Ver en la figura 2 se muestra un enlace ADSL entre un abonado y la central local a la que está supeditada. A más de los módems situados tanto en casa del abonado, llamado ATU-R 20 y en la central ATU-C 21, delante de ellos se ubica un dispositivo llamado "splitter ver figura 3 ", El cual es un divisor de frecuencias como se observa en la figura 2. Este divisor de frecuencias opera con dos filtros: uno paso alto y otro paso bajo, cumpliendo con la tarea de dividir las señales transmitidas por el lazo de tal manera que las señales de baja frecuencia, en nuestro caso la telefonía, no vayan juntas a las de alta frecuencia, es decir con los datos.

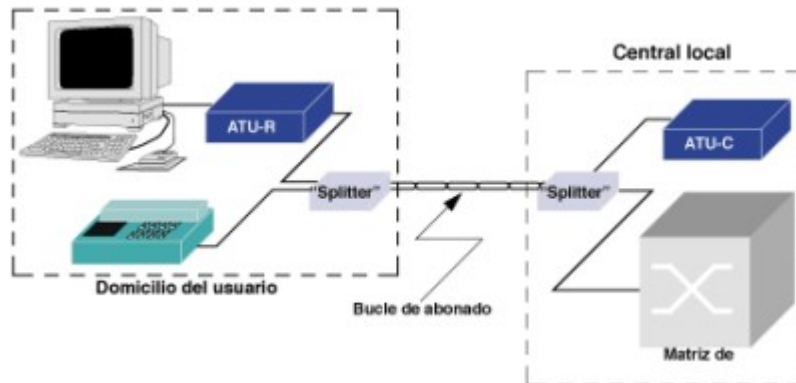


Figura 2. Conexión ADSL

Fuente: <http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1335/1/108T0005.pdf>

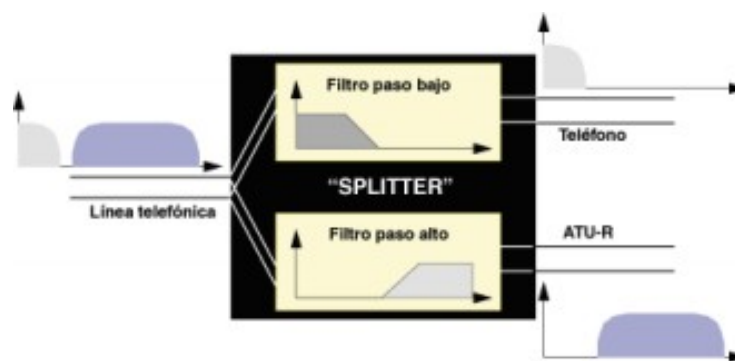


Figura 3. Splitter

Fuente: <http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1335/1/108T0005.pdf>

2.2.4 Redes y tecnología de acceso

La red de acceso es parte de una red más grande, la red de las Telecomunicaciones, que se clasifica en tres niveles funcionales: la red de acceso, la red troncal de transporte y la red de distribución.

La red de acceso conecta los usuarios finales con el proveedor de servicios y engloba todos los elementos que llevan contenidos multimedia. La red troncal de transporte se encarga de hacer posible que la red alcance cualquier extensión geográfica. Y la red de distribución lleva a cabo tareas de transmisión de datos y conmutación de la información.

2.2.5 Redes Ópticas Pasivas (PON)

Las PON del inglés Passive Optical Networks, constan en lo concerniente a la red de distribución, de elementos pasivos, es decir, no tienen elementos activos como amplificadores o regeneradores. Por su bajo costo se convierten en una buena opción. Básicamente las redes ópticas pasivas estandarizadas en la actualidad son:

- Ethernet PON (EPON)
- ATM PON (APON)
- Broadband PON (BPON)
- Gigabit PON (GPON)

Una red PON es un sistema de comunicaciones por fibra óptica en el que se establece una comunicación punto-multipunto entre un router central denominado en estos montajes OLT (optical line Terminal) Terminal óptico de línea y los equipos en campo ONT (optical Network Terminal) Terminal óptico de red.

La topología más conveniente para utilizar en redes PON es en estrella, aunque también pueden ser del tipo árbol, bus o anillo. La ventaja de la topología en estrella consiste en que utiliza un reducido número de divisores de red o splitters.

Otra ventaja de este tipo de redes es que solo se necesitan equipos activos en los extremos. Para guiar el tráfico intermedio en la red se usan divisores ópticos pasivos, que reparten la señal por las fibras que se dirigen a cada punto de conexión.

En el camino descendente el OLT envía la información a todos los ONT, de forma punto-multipunto, procesando cada uno de ellos la información que le corresponde. En el camino ascendente cada ONT envía la información hacia el OLT, mediante multiplexación por división en el tiempo.

De esta forma todas las comunicaciones se realizan por un solo hilo de fibras hasta el divisor óptico, donde sale una fibra hasta cada ONT de cada usuario.

El divisor óptico pasivo es un elemento sencillo, sin elementos que requieran alimentación ni elementos móviles, que se puede ubicar en campo en un armario sin ninguna limitación especial.

2.2.5.1 Estructura de una Red PON

Una red PON típica está formada por:

- **OLT** (Optical Line Terminal – Línea Terminal Óptica), normalmente ubicado en las oficinas del proveedor, o en algún armario administrado por el operador).
- **ONU** (Optical Network Unit – Unidad Óptica de Usuario): Se encuentra en el domicilio del usuario, este dispositivo entrega una interfaz al usuario para la conexión hacia un dispositivo del usuario.
- **Splitter (Divisor óptico)**: El splitter es el encargado de separar las señales ópticas y entregar cada longitud de onda a cada usuario.

En ver la figura 4 se observa los componentes principales de un sistema PON.

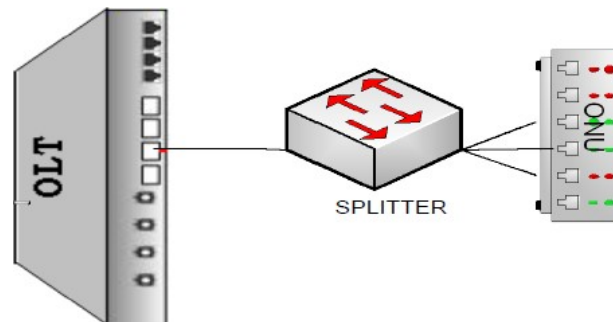


Figura 4. Componentes principales de un sistema PON.

Fuente: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1335/1/108T0005.pdf>

2.2.5.2 GIGABIT PON (GPON)

Se aprobó entre los años 2003 y 2004 en los estándares de la ITU-T, consta de las recomendaciones: G984.1, G984.2, G984.3, G984.4 y G984.5. Esta tecnología es posterior a BPON.

Las redes ópticas pasivas con capacidad Gigabit tienen velocidades superiores a 1 Gbps.

Las GPON tienen un alcance máximo de 60 km y una sola fibra puede dar servicio hasta a 64 usuarios en condiciones normales. El costo actualmente de GPON

es mayor al de BPON, aunque en el futuro se espera que tenga una reducción de costos más acelerada que BPON.

Gigabit PON (GPON) Las PON en general utilizan dos longitudes diferentes de onda, una en el sentido de bajada (downlink) y otra en el sentido de subida (uplink) que son compartidas en tiempo por los usuarios, es decir se utiliza multiplexación TDM-PON (multiplexación por división de tiempo PON).

El concepto de GPON inicia con FTTx conocido como (Fibre to the x), donde x puede denotar distintos destinos. Los más importantes son: FTTH (casa), FTTB (edificio), y FTTN (nodo). La elección de una arquitectura u otra dependerá fundamentalmente del costo unitario por usuario final y del tipo de servicios que quiera ofrecer el operador

La velocidad de transmisión que se ofrece a los usuarios depende del factor de splitting que se use por puerto GPON. Las tasas de transmisión más usadas con esta tecnología son 2.488 Gbps para el canal descendente y 1.244 Gbps para el canal ascendente;

Sin embargo se especifican velocidades de transmisión:

- 0.15552 Gbps en Upstream, 1.24416 Gbps en Downstream
- 0.62208 Gbps en Upstream, 1.24416 Gbps en Downstream
- 1.24416 Gbps en Upstream, 1.24416 Gbps en Downstream
- 0.15552 Gbps en Upstream, 2.48832 Gbps en Downstream
- 0.62208 Gbps en Upstream, 2.48832 Gbps en Downstream
- 1.24416 Gbps en Upstream, 2.48832 Gbps en Downstream
- 2.48832 Gbps en Upstream, 2.48832 Gbps en Downstream

GPON define un alcance máximo de 20 km para tendido de fibra óptica entre el OLT y la ONU más lejana

(Ver figura 5 Esquema general de la tecnología GPON).

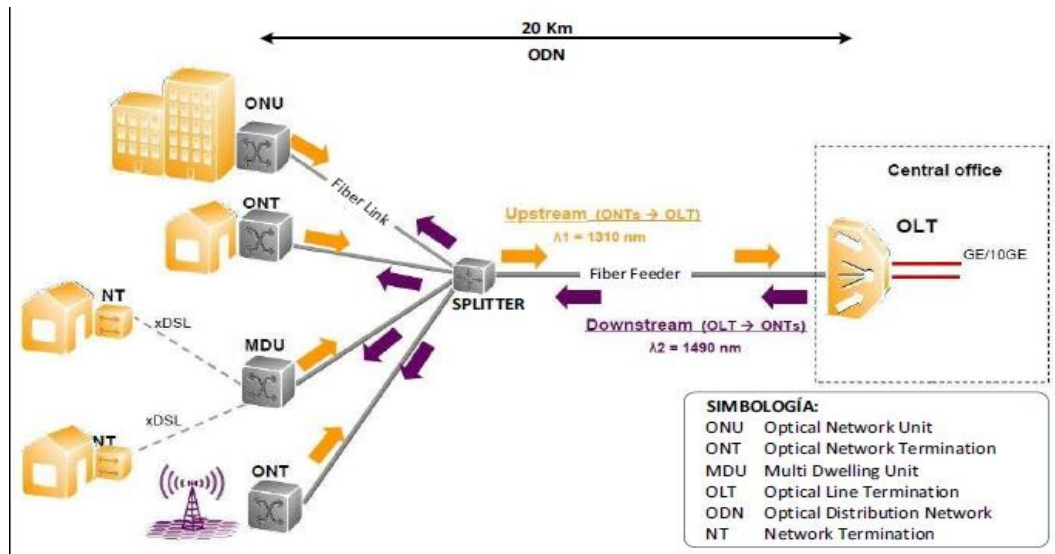


Figura 5. Esquema General de la Tecnología GPON.

Fuente: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1335/1/108T0005.pdf>

2.2.6 ONU/t Optical Network Unit / Terminal.

Es el equipo que se instala en el domicilio u oficina del cliente. Está dotada de múltiples características, pero básicamente es un conversor que convierte las señales ópticas que recibe del lado de la OLT a través de la ODN a señales eléctricas para entregar conectividad a los equipos del cliente y viceversa recibe las señales eléctricas y los convierte en señales luminosas para el upstream.

Según los requerimientos del o los clientes se debe instalar una ONU o una ONT. La ONT se instala para un cliente final, en un domicilio, departamento u oficina. La ONT tiene un puerto óptico a través del cual se conecta a la ODN y tiene las siguientes interfaces eléctricas: varios sockets RJ45 para puertos fast-ethernet para conexión alámbrica de otros terminales, varios sockets RG11 para conexión telefónica POTS, puerto RF para la televisión y WI-FI para irradiar señal inalámbrica para dispositivos móviles domésticos.

La ONU es un equipo robusto intermedio que convierte la señal óptica a eléctrica y viceversa, y se utiliza para sub-distribuir las señales eléctricas a varios usuarios o clientes con puertos fastethernet, se utiliza generalmente en edificios para aprovechar

el cableado estructurado. Esta topología de acceso se conoce con el nombre de FTTB (Fiber To The Building).

2.2.7 OLT Optical Line Terminal o Terminal de Línea Óptica

Es el equipo activo que se instala en la oficina central del operador de telecomunicaciones. Por una parte, se interconectan las fibras ópticas alimentadoras denominadas “feeder”, las cuales forman parte de la ODN con dirección a los abonados y, por otro lado, se interconectan con interfaces “giga” de fibra óptica a los equipos de transporte como switch MPLS mediante el cual se integran a la red core del operador. La capacidad de la OLTs es relativa, debido a que depende del nivel de división o spliteo que se realice en la ODN para atender la demanda comercial censada. Como ejemplo citamos el modelo de la marca Huawei 5600T, cuenta con 16 slots en las que se instalan máximo 14 tarjetas GPBD que contienen 8 puertos PON cada tarjeta. Lo niveles de spliteo 1:32 la capacidad de la OLT es de 3584 abonados (14x8x32); sin embargo, si la división es 1:64 la capacidad se duplica a 7168 abonados y si el nivel de spliteo fuera a 1:128 se cuadruplica la capacidad inicial a 14336. En la práctica existe una combinación de spliteo, es decir en algunas rutas y por consiguiente algunos puertos PON servirán una división de 1:32, otros 1:64 y tal vez algunos 1:128, por lo que la capacidad de la OLT es relativa. (Ver figura 6. Modelo de OLT Huawei 5600T).



Figura 6. OLT Huawei 5600T 14 tarjetas con 8 puertos PON.

Fuente: <http://coparoman.blogspot.com/2013/05/15-medio-de-programacion-de-unrobot.htm>

2.2.8 ODN (Optical Distribution Network)

Está construida principalmente de fibra óptica, elementos conexos y, no tiene ningún elemento activo. Este segmento corresponde a la red de acceso o última milla que, hasta la actualidad, en su mayoría están construidas con cables de cobre y por ello, se han convertido en el cuello de botella que impide entregar un mayor ancho de banda a los usuarios. La ODN es el conjunto de elementos pasivos que interconectan la OLT del operador con las ONT de los abonados. Por su arquitectura puede ser tipo estrella con un solo nivel de spliteo o en cascada con varios niveles de spliteo. (Ver figura 7)

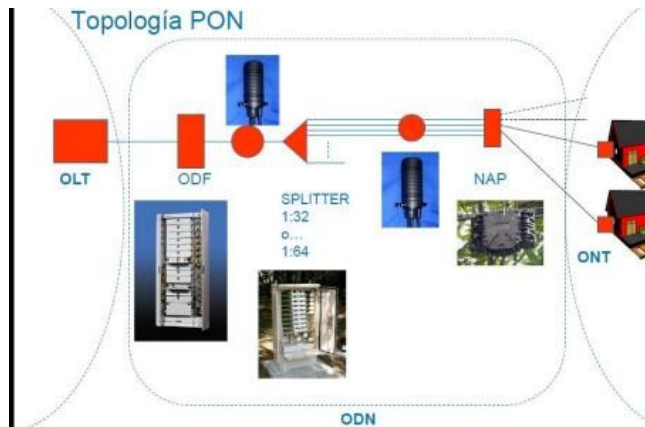


Figura 7. OND

Fuente: <https://www.google.com/search?q=panel+view&rlz=&source=lnms&tbn=isch&sa>

Por el uso de armarios o distribuidores o la ausencia de estos y su remplazo con mangas se puede clasificar en red flexible o red rígida. La red flexible se caracteriza por el uso de armarios, lo cual permite optimizar el uso de puertos PONs y crecer en forma escalonada. A medida que crecen las instalaciones se utilizan más splitters para interconectar los hilos de fibra de las NAP (Network Access Point). La red rígida utiliza mangas portaesplitters, las cuales definen la conectividad entre el puerto PON y las NAPs en el momento de la construcción. En ambos casos existen ventajas y desventajas. Entre las ventajas de la red flexible están las siguientes: permiten un crecimiento ordenado, organizado y paulatino de la red; no requiere un procesamiento riguroso del área comercial, porque al ser flexible se puede modificar en la instalación.

Las ventajas de la red rígida es que no requiere realizar patcheos intermedios (en el distribuidor), sino únicamente la instalación al cliente final, los costos son menores en comparación con la flexible.

2.2.8.1 Segmentos de la ODN

- **Red Feeder:** denominada también red troncal o de alimentación inicia en el od principal, en el cuarto de telecomunicaciones del operador cerca de la OLT y se despliega siguiendo las rutas planificadas. Se recomienda que los feeders se instalen de forma canalizada para una mejor protección. Los feeders son cables de fibra óptica estándar monomodo G.652D y gran capacidad de hilos: 288, 144, 96. En ciertas circunstancias se instala hasta de 48 hilos.
El segmento de la red feeder finaliza en un distribuidor o FDH (Fiber Distribution Hub) o manga portaesplitters e interconecta la OLT con la red de distribución. En un diseño centralizado con OLT de gran capacidad, la red feeder es la más importante de la última milla de una ruta. Por lo general, dependiendo de la ubicación de la OLT se tiene al menos 2 feeders para 2 rutas; pero es factible contar con más feeders y rutas, especialmente si la OLT se ubica en el centro de la demanda a la cual se planifica brindar conectividad. Si la demanda focalizada es pequeña se puede optar por desplegar mini-OLT, en cuyo caso la red feeder es de menor capacidad.
- **Red de Distribución:** la red de distribución se ubica a continuación de la red feeder, se inicia en el distribuidor FDH o en la manga porta esplitter y finaliza en las NAPs o FDB (Fiber Distribution Building). El despliegue puede ser aéreo o soterrado y los cables de fibra óptica son de menor capacidad, considerando si existe un único nivel de spliteo o más de uno. Ésta red de distribución se encarga de la interconexión entre la red feeder y la red de dispersión.
- **Red de Dispersión:** el último segmento de la ODN es la red de dispersión, inicia en la NAP o FDB y contiene el área de influencia de las NAP, las cuales se diseña para atender la demanda identificada con un 80% de la capacidad de

las NAP y se excede un 20% para una demanda futura. El diseño de la red de dispersión debe procurar el equilibrio entre los costos de la empresa y de los clientes. En la zona urbana se recomienda una distancia de acometida al cliente de hasta 120m y en zonas rurales la distancia sugerida es de 250m; sin embargo, según la ubicación geográfica de la demanda, las distancias podrían ser superiores, especialmente en las zonas rurales. La red de dispersión se diseña con la planificación de la ubicación de las NAP en función de la demanda objetivo y se construye cuando se instala el servicio a los abonados.

El tipo de cable utilizado es de baja capacidad, únicamente de 2 hilos; 1 principal y otro de respaldo. El tipo de cable es DROP con estándar G.657.A1 o G657.A2.

2.2.8.2 Elementos y accesorios de la ODN

Los elementos y accesorios de la ODN son variados, como se puede observar en la siguiente figura esquemática. A continuación, se describirán los más importantes.

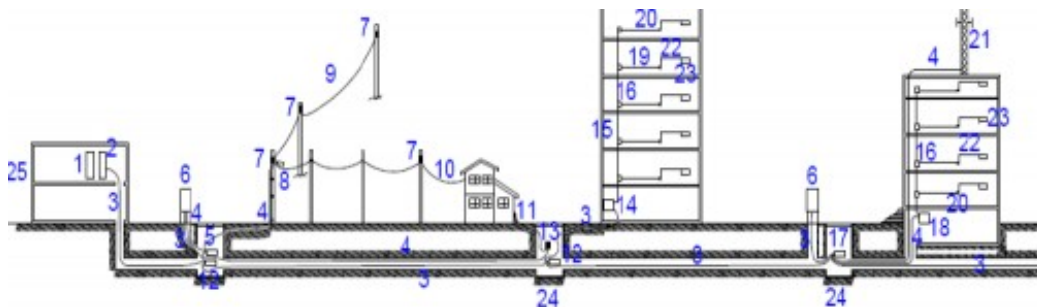


Figura 8. Elementos de la ODN

Fuente: Manual de Elementos de la ODN pág. 105.

Legenda de la figura 8 se observa los elementos de la ODN.

1.OLT	6. FDH	11. Cable	16. FDF	21. Radio base
2.OFD	7. NAP Área	12. Manga	17. Manga	22. Roseta
3.Cable Feeder	8. Manga	13. NAP	18. FDB	23. ONT
4.Cable de distribución	9. Cable	14. FDB	19. Roseta	24. Pozo
5.Manga	10. Cable	15. Cable	20. Cable drop	25. Central

2.2.8.3 ODF

Uno o varios ODF se instalan en el origen de la red feeder, en el cuarto de telecomunicaciones del operador. Los ODF son organizadores que permiten la interconexión de los hilos de fibra del feeder con los hilos de fibra óptica de los puertos PON. La interconexión se lo realiza con patchcords de conectores mixtos; SC-APC por un lado y, FC-APC en el otro extremo.

2.2.8.4 MANGA o MUFA

Accesorio de protección de fibra óptica cuando se ha intervenido para fusión lineal o derivación. Posee mecanismos de apertura y cierre mecánicos herméticos que impiden el paso de humedad y polvo, protegiendo la fibra óptica. Las mangas lineales permiten añadir tramos de fibra óptica para extender linealmente el segmento de red para proteger la unión del mismo tramo que ha sido reparado por fusión por alguna rotura. Las mangas de derivación protegen la derivación por fusión del tramo principal y varias derivaciones. En el caso de la tecnología GPON, se utilizan mangas con capacidad para albergar los splitters que dividen y multiplexan la señal GPON hacia la red de distribución.

2.2.8.5 FDH (Fiber Distribution Hub)

Distribuidor de Fibra Óptica es una caja o armario metálico que permite organizar los hilos de fibra del feeder y los hilos de fibra de la red de distribución. En los FDH se instalan los splitters conectorizados que multiplexan la señal de $1 \times N$ (Donde N es igual a 2, 4, 8, 16, 32 o 64); aunque también soporta $2 \times N$ cuando se considera respaldo a nivel de feeder.

2.2.9 Principales Arquitecturas Similares a FTTX

En resumen, se observa en la siguiente figura la evolución del alcance de la fibra óptica según el destino, desde sus inicios hasta los nodos, hasta hoy en día directamente al hogar. (Ver la figura 9)

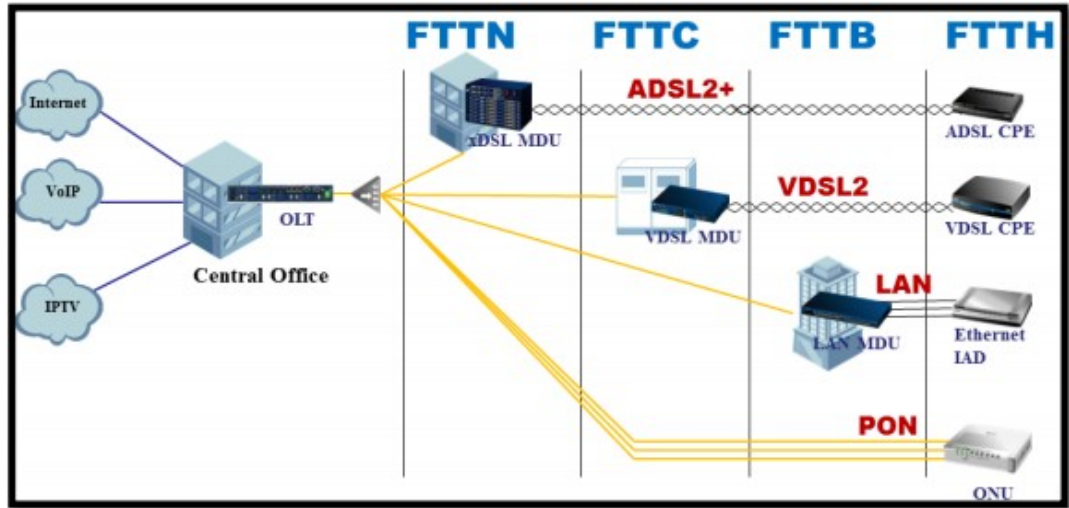


Figura 9. FTTX

Fuente: Manual de elementos y accesorios de la ODN

2.2.10 FTTH (Fiber to the Home)

FTTH es la fibra hasta el hogar, es decir la fibra óptica llega al domicilio u oficina del usuario. El cliente no comparte recursos con otros usuarios. Es la alternativa más costosa al momento de implementarla.

Una ventaja adicional al gran ancho de banda que ofrece consiste en que es una red pasiva, por consiguiente no emplea elementos activos como: amplificadores, regeneradores, etc. (Ver figura 10).



Figura 10. Conexión FTTH

Fuente: Manual de elementos y accesorios de la ODN

2.2.11 La Arquitectura FTTB

FTTB, de las siglas en inglés Fiber To The Building (fibra hasta el edificio), permite la transmisión de información a altas velocidades aprovechando las ventajas de la fibra óptica y los sistemas de distribución ópticos. Este tipo de arquitectura se está empezando a implementar en la actualidad y puede tener buenos resultados puesto que es más económica que arquitecturas similares como FTTH (fibra hasta el hogar) debido a que en este caso se llega con fibra óptica hasta el hogar o domicilio donde se encuentra el abonado, razón por la cual los costos se incrementan. Con FTTB en cambio, llega una sola terminal de red óptica (ONT) hasta el edificio y es compartida por todos los abonados en el edificio. Desde la terminal de red óptica hasta el abonado o usuario se tiene cobre con tecnología que puede ser del tipo xDSL.

2.2.12 FTTC (Fiber to the Curb)

FTTC es la fibra hasta la acera, en este caso la fibra llega generalmente hasta un armario ubicado en la calle desde donde se distribuirá al usuario por medio de cobre o cable coaxial.

Tiene como una de sus principales desventajas que se necesita mayor inversión que FTTH en lo que se refiere a equipos de multiplexación e interfaces de red. La tecnología FTTC compensa costos haciéndola más económica en relación a FTTH, debido a que este último emplea mayor longitud de fibra óptica en relación al primero y principalmente tomando en consideración que los equipos terminales de usuario con interfaz óptico son costosos. (Ver figura 11)



Figura 11. Conexión FTTN/FTTC

Fuente: <http://materias.fi.uba.ar/7609/material/S0303ConexiónFTTN/FTCC.pdf>

FTTC es capaz de ofrecer servicios de gran ancho banda.

La red de acceso con FTTC se considera híbrida en el sentido de que utiliza fibra óptica hasta el punto dónde termina la instalación óptica y a partir de allí hasta el usuario se llega con cobre o cable coaxial.

2.2.13 FTTN (Fiber to the Neighborhood)

FTTN, fibra hasta el vecindario, también es similar a FTTC, la fibra óptica llega hasta un lugar de un barrio o vecindario para desde allí llegar a los usuarios por un medio de transmisión más económico como el cobre. (Ver figura 12).

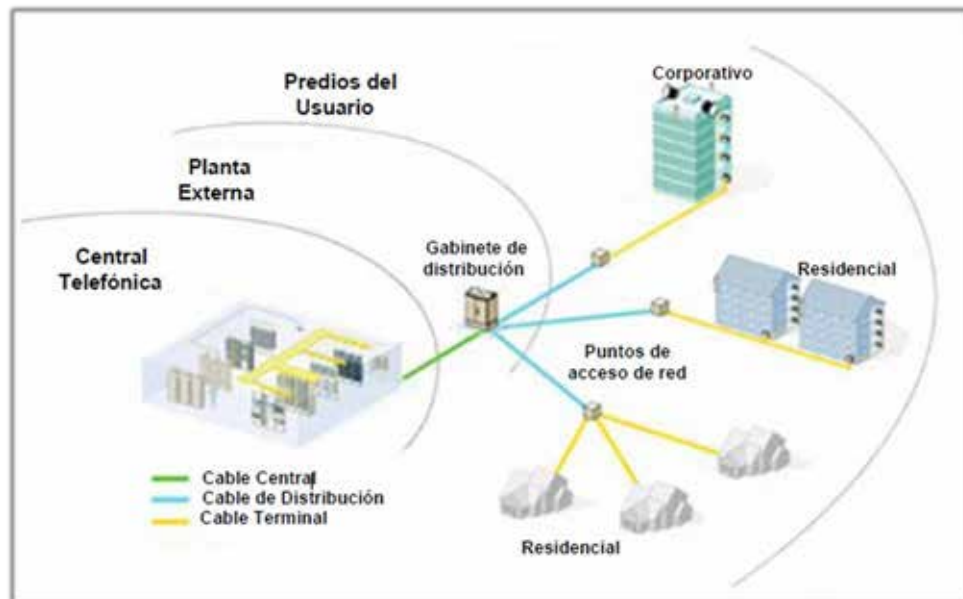


Figura 12. Esquema de conectividad de la red pasiva.
Fuente: <http://materias.fi.uba.ar/7609/material/S0303ConexiónFTTN/FTCC.pdf>

2.2.14 WDM (Wavelength División Multiplexing)

Es una técnica de multiplexación que consiste en la transmisión, sobre una misma fibra, de múltiples portadoras ópticas moduladas, ampliando la capacidad de transmisión utilizada en la fibra, ya que se multiplica por el número de canales. El fundamento de la multiplexación por división en longitud de onda WDM es análogo a la multiplexación por división en frecuencia (FDM, frequency división multiplexing). La técnica WDM consiste en transmitir varias señales cada una en una longitud de onda diferente y con la misma tasa binaria sin que interfieran entre sí ya que están lo suficientemente separadas. De este modo la capacidad del enlace se multiplica por el número de canales. (Ver figura 13)

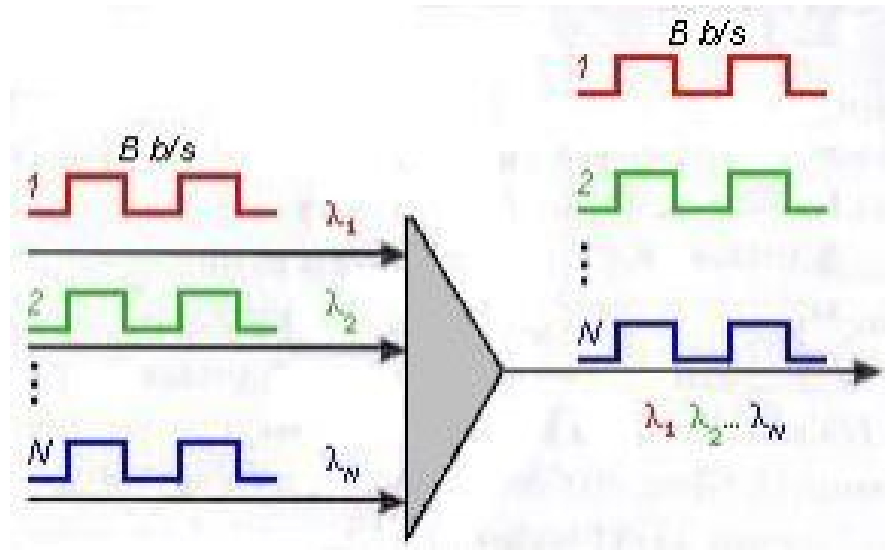


Figura 13. Técnica DWM

Fuente: <http://materias.fi.uba.ar/7609/material/S0303ConexiónFTTN/FTCC.pdf>

2.2.15 Recomendaciones UIT G.984.x

Debido a la necesidad de brindar al usuario mejores costos, competitividad y diversidad de marcas, se han propuesto un conjunto de recomendaciones que regulan las diferentes características de los equipos desarrollados para el soporte del estándar GPON.

Las presentes recomendaciones se enmarcan en el mejoramiento de algunas de las características de la serie ITU-T G.983.X, la cual considera el mismo método de transmisión sobre redes ópticas pasivas para el protocolo ATM, por tanto su alcance resulta ampliado en cuanto a las velocidades de manejo de la información, Gigabits por segundo.

A continuación se presentan las cinco recomendaciones aprobadas en la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT O ITU en la serie G: (Sistemas y Medios De Transmisión, Sistemas y Redes Digitales).

- UIT-T G.984.1: Se trata de la introducción hacia el estándar GPON, presentando características generales de funcionamiento y constitución, con el fin de llegar a la convergencia de equipos, así como mostrar la topología utilizada.

- UIT-T G.984.2: Se describe una red flexible de acceso en fibra óptica capaz de soportar los requisitos de banda ancha de los servicios a empresas y usuarios residenciales. La descripción de esta recomendación abarca servicios de voz, distributivos y de datos con velocidades en Gbps. En febrero del 2006, es publicada la recomendación.
- ITU-T G.984.2 Enmienda 1 “Nuevo apéndice III – Prácticas idóneas utilizadas en la industria para redes ópticas pasivas con capacidad de 2,488Gbit/s en sentido descendente y 1,244Gbit/s en sentido ascendente”, con lo cual se dictan las correspondientes normas de uso del estándar GPON en las velocidades indicadas.
- UIT-T G.984.3: Denominada como la especificación de la Capa de Convergencia de Transmisión TC (Transmission Convergence), expone los formatos de trama, el método de control de acceso, el método ranging, aspectos de fibra óptica, explicando algunas de las redes con acceso flexible para este medio, describiendo las características de las redes PON.

Además involucra los pasos que se deben considerar para el diseño de la red GPON en base a las distancias, funcionalidad y seguridad.

- UIT -T G.984.4: Especificación de la interfaz de control y gestión OMCI (ONT Management and Control Interface) de la terminación de red óptica ONT, donde el análisis se enfoca en los recursos y servicios procesados de una base de información de gestión o manejo MBI (Management Información Base) independiente del protocolo de comunicación entre OLT y ONT. La MBI específicamente dirige la gestión o manejo de la configuración, averías y de calidad de funcionamiento de la ONT, considerando lo siguiente: las capas de adaptación que en el estándar ATM son la 1, 2 y 5, la capa de adaptación GEM, los servicios de emulación de circuitos, servicios de Ethernet, servicios de voz y el tipo de multiplexación que maneja el estándar WDM (Wavelength División Multiplexing).

El protocolo OMCI sirve para que la OLT tenga control sobre la o las ONT logrando con ello:

- Establecer o terminar las conexiones a través de la ONT.
- Manejar las interfaces usuario-red UNI en la ONT.
- Pedir información de configuración y estado de la calidad de operación.

Informar sin necesidad de intervenciones ajenas las posibles fallas en los enlaces.

- UIT-T G.984.5: Recomendación que sugiere el rango de bandas y longitudes de onda que se reservan para en un futuro, implementar señales de nuevos servicios, usa la técnica de multiplexación de información (WDM), para aprovechar de mejor manera en el caso de nuevas redes ópticas pasivas, en virtud del manejo recomendable de las ODN.

2.3 Definición de términos básicos

Banda ancha: Capacidad para transmitir datos un canal compartido.

División de Frecuencia Ortogonal: Multiplexación por división de frecuencias ortogonales, consiste en enviar un conjunto de ondas portadoras de diferentes frecuencias, donde cada una transporta información, la cual es modulada en QAM o en PSK.

Error: es la diferencia entre la señal de referencia y la señal de salida real.

Full-Dúplex: Modo de transmisión que permite transmitir en ambas direcciones simultáneamente por el mismo canal.

Interfaz: Es el mecanismo o herramienta que posibilita esta comunicación mediante la representación de un conjunto de objetos, iconos y elementos gráficos que vienen a funcionar como metáforas o símbolos de las acciones o tareas que el usuario puede realizar en la computadora.

OFDMA (Orthogonal Frequency División Multiplexing, Multiplexación por Offset: El offset de una señal es un voltaje de directa (DC) que se le suma a una señal AC para obtener un desplazamiento en la amplitud de dicha señal, ya sea positivo o negativo.

Software: está compuesto por un conjunto de programas que son diseñados para cumplir una determinada función dentro de un sistema, ya sean estos realizados por parte de los usuarios o por las mismas corporaciones dedicadas a la informática.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo, el abordaje metodológico llevado a cabo para cubrir el problema planteado de como Proponer un sistema de telecomunicaciones con tecnología GPON (Red Pasiva Óptica con Capacidad de Gigabit) para el restablecimiento del servicio de la Zona Industrial EL RECREO de Flor Amarillo del municipio Valencia del Edo Carabobo. Sistematizando el proceso de estudio a fin de recabar los datos para su análisis mediante la modalidad de proyecto especial sustentando operatividad de las variables sujetas a estudio.

La modalidad Proyecto Especial, permite la presentación de Trabajos de Grado de Especialización y de Maestría y Tesis Doctorales en las siguientes categorías:

Trabajos que lleven a creaciones tangibles, susceptibles de ser utilizadas como soluciones a problemas demostrados, o que respondan a necesidades e intereses de tipo cultural. Se incluyen en esta categoría los trabajos de elaboración de libros de texto y de materiales de apoyo educativo, el desarrollo de software, prototipos y de productos tecnológicos en general, así como también los de creación literaria y artística. Proyecto Especial Manual UPEL (2016, pág. 22).

3.1 Tipo de Investigación

La investigación descriptiva, para Arias, F. (2012, pág. 24), “consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere”. Siendo el objetivo de la presente investigación.

3.2 Diseño de la Investigación

El estudio se sustentó en una investigación documental, ya que se estudió un problema con el propósito de ampliarlo con apoyo, principalmente de trabajos previos,

es decir, en la evolución histórica del objeto en estudio. Arias, F. (2012, pág. 27), plantea la investigación documental de la siguiente forma:

Documental: "La investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos".

3.3 Nivel de la Investigación

Según Arias, F. (2012, pág. 23), el nivel de investigación puede definirse como "el grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio". "El tipo de investigación según el nivel o grado de profundidad con el que se realizará el estudio" (pág. 110).

Este trabajo se ha considerado de tipo descriptivo el cual es definido por Sabino, C. (1992, pág. 54) como

"Las investigaciones descriptivas utilizan criterios sistemáticos que permiten poner de manifiesto la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando de ese modo información sistemática y comparable con la de otras fuentes". "También deben clasificarse como investigaciones descriptivas los diagnósticos que realizan consultores y planificadores: ellos parten de una descripción organizada y lo más completa posible de una cierta situación, lo que luego les permite en otra fase distinta del trabajo trazar proyecciones u ofrecer recomendaciones específicas."

Este nivel de investigación consiste, fundamentalmente, en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus aspectos más importantes, es decir, en si el objetivo de este nivel de investigación es el de conocer las situaciones frente a un tema en particular, no quedándose solo en la recolección de datos sino también en ayudar a predecir e identificar la relación que existe entre dos o más variables.

3.4. Población y Muestra

3.4.1 Población

Según Arias, F. (2006, pág. 81), “La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”.

Se destacaran de los tipos de población,

“Población accesible también denominada población muestreada, es la porción finita de la población objetivo a la que realmente se tiene acceso y en la cual se extrae una muestra representativa .El tamaño de la población accesible depende del tiempo y de los recursos del investigador (Ary, Jacobs y Razavieh, 1989)”.

3.4.2 Muestra

Según Arias, F. (2006, pág. 82), La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible.

En este sentido una muestra representativa es aquella que por su tamaño y características similares a las del conjunto, permite hacer inferencias o generalizar los resultados al resto de la población con un margen de error conocido.

3.5 Técnica e Instrumentos de Investigación

Según Arias, F. (2012, pág. 67), “Se entenderá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información.”.

Las técnicas de recolección de datos utilizadas en la presente investigación fueron la observación directa y Recolección de datos.

Cabe destacar que el uso de este instrumento responde a lo planteado por Arias, F. (2012, pág. 68), quien define que: “Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información.”

3.5.1. Técnicas empleadas

3.5.1.1. Revisión Documental

La revisión documental es hacer una recopilación de información sobre textos e investigaciones generados por otros investigadores que tienen relación directa o indirecta con la problemática, la cual es la razón de estudio. Hurtado (2010) define este concepto como:

“... es una técnica en la cual se recurre a información escrita, ya sea bajo la toma de datos que pueden haber sido producto de mediciones hechas por otros como texto en sí mismo constituyen los eventos de estudio” (p.427).

3.5.1.2. Observación directa

La observación directa es el proceso en el cual el investigador recolecta datos directamente desde el medio ambiente del fenómeno a estudiar, por otro lado Hurtado (2010) la define como: "... un proceso de atención, recopilación, selección y registro de información para el cual el investigador se apoya en sus sentidos" (p.459).

3.5.3. Instrumentos empleados

3.5.3.1. Instrumento de registro

Permite poseer un soporte de la información en periodos de tiempo relativamente largos de modo que el investigador pueda recuperar la información cuando lo necesite.

3.5.3.2. Instrumento de observación técnicamente asistida

Principalmente se contara con el empleo de algún dispositivo de medición de variables físicas de interés presentes en la realización de todas las experiencias que tenga el investigador con el fenómeno a estudiar.

3.6 Fases de la Investigación

Fase I: “Diagnostico de la situación actual de la red de acceso del nodo el RECREO de la operadora CANTV en la Zona Industrial EL RECREO.”

En esta fase del proyecto de grado, se realizara una investigación sobre las distintas variantes que presenta mediante el uso de herramientas de recolección de datos para el establecimiento de los servicios de telecomunicaciones de la operadora, se hará

una inspección en el terreno, para conocer el estado actual de las redes de cobre, a través del recorrido utilizando los planos disponibles del sector.

Fase II: “Evaluación de los requerimientos necesarios de los equipos y facilidades de red que implican una solución usando tecnología GPON en el nodo EL RECREO”.

Durante esta fase se realizara el análisis de las posibles soluciones a la problemática actual de las redes de cobre del nodo del RECREO, donde se elegirá el sistema de telecomunicaciones que cumpla con los requerimientos del nodo.

Fase III: “Diseño de la red GPON para la Zona Industrial el RECREO de Flor Amarillo de la Ciudad de Valencia Edo Carabobo”.

En esta fase se realizara el diseño de la red GPON, debido a la realidad actual. Se describirá la distribución por recorrido del cableado de esta red, también se propone la nueva ubicación del nodo EL RECREO y la Radio Base Movilnet al almacén Nodal.

Fase IV: “Análisis de factibilidades Económica, Tecnológica, Social y Ambiental de la zona industrial EL RECREO”.

Se concluye el desarrollo de esta investigación con el análisis de las factibilidades describiendo cada entorno e impacto en la zona industrial EL RECREO

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En continuidad al desarrollo del trabajo de grado, se desglosaran los objetivos específicos estipulados al inicio, donde se describen cada uno de ellos en fases para establecer resultados factibles al diseño de la red GPON.

4.1. Fase I. Diagnóstico de la situación actual de la red de acceso al nodo el RECREO de la operadora CANTV en la Zona Industrial EL RECREO.

El sector de estudio es la Zona Industrial EL RECREO de Flor Amarillo del municipio Valencia Edo Carabobo, está rodeado por su parte periférica de empresas y alrededor extensos terrenos, asimismo se encuentran urbanismos aledaños de nombres como son fundación Valencia I, Calicanto, Valle Encantado y otras zonas en desarrollos en términos de invasión. Este sector industrial actualmente se encuentra en total abandono y desmantelado, afectado desde el crecimiento de la maleza, el catastro de las obras civiles y finalmente empresas cerradas por situación país, también cabe a destacar que motivo a estas circunstancias las redes de telecomunicaciones de CANTV en algún momento existieron ya que sufrieron un impacto delictivo y no escapándose de la realidad de la zona industrial también se encuentra una torre de comunicación móvil de la operadora Movilnet, llamada Radio Base Santa Inés, en la que se encuentra en total pérdida de servicio. Sin dejar de mencionar dentro del sector industrial se encuentra un ALMACEN de distribución de la empresa CANTV llamado el NODAL, en esta perspectiva se notó afectado ya que interrumpieron la gestión de los servicios de voz y datos, por ende el almacén nodal quedo incomunicado y se le realizó una acometida interna inalámbrica prestando servicio solo para el almacén nodal. (Ver figura 14)



Figura 14. Google Earth: perímetro completo de la Zona Industrial EL RECREO

Fuente: <https://earth.google.com/web/@10.13495065,67.95783145,440.36469477a,5625.31921502d,35y,0h,45t,0r/data=ChUaEwoLL2cvMXRubXNzazgYAIBKAI>

Esta acometida es un Radioenlace de 50Mbps, punto a punto desde Cerro el Morro al Almacén Nodal, prestando servicios de voz y datos, argumentando esta situación se describe este estudio de tipo documental y de campo, con modalidad proyecto especial. (Ver figura 15)

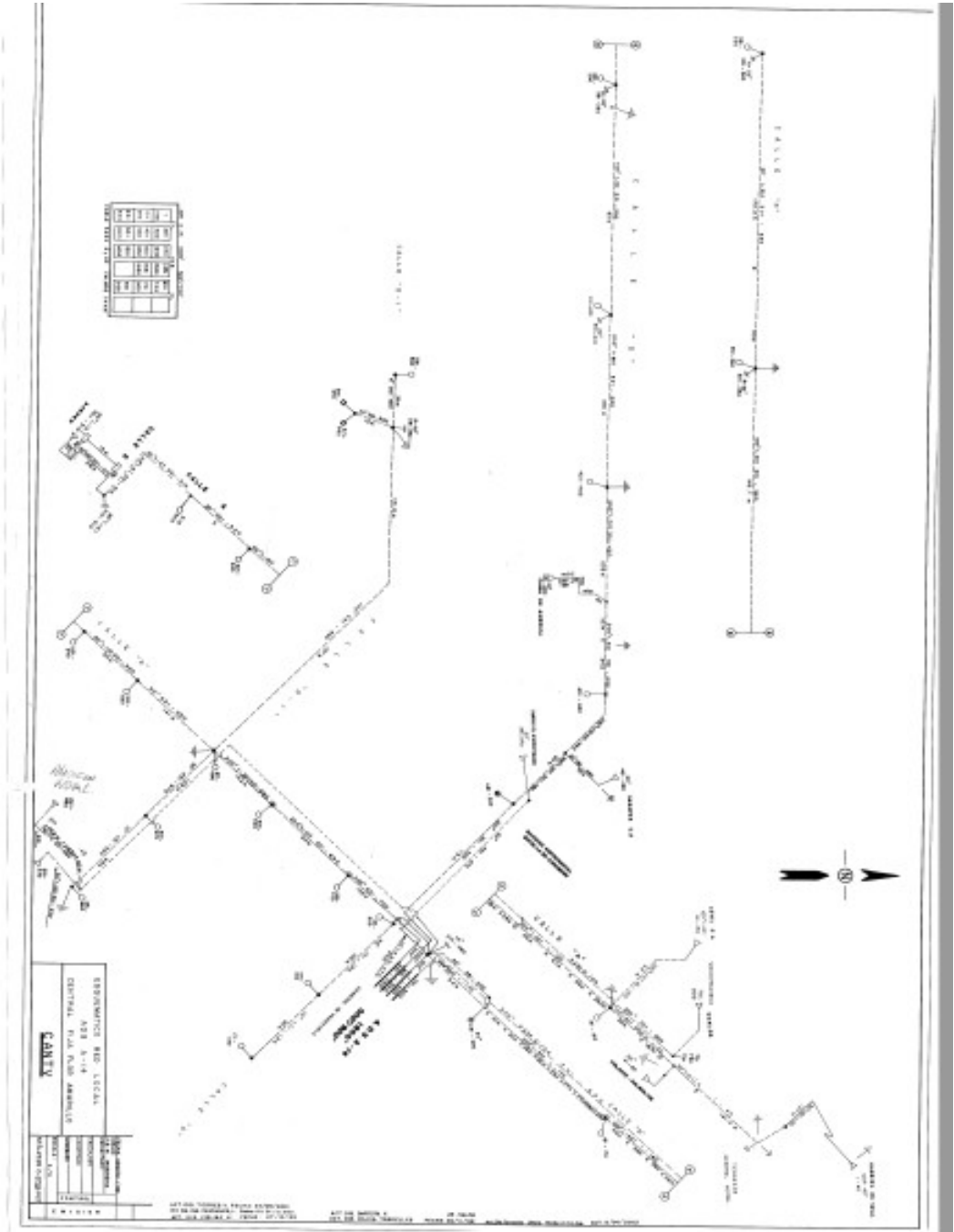


Figura 15 Fuente Google Maps: Cobertura actual desde la Central Flor Amarillo (4144) ubicada en las Quintas, hasta el NGN Nodo EL RECREO Zona Industrial EL RECREO.

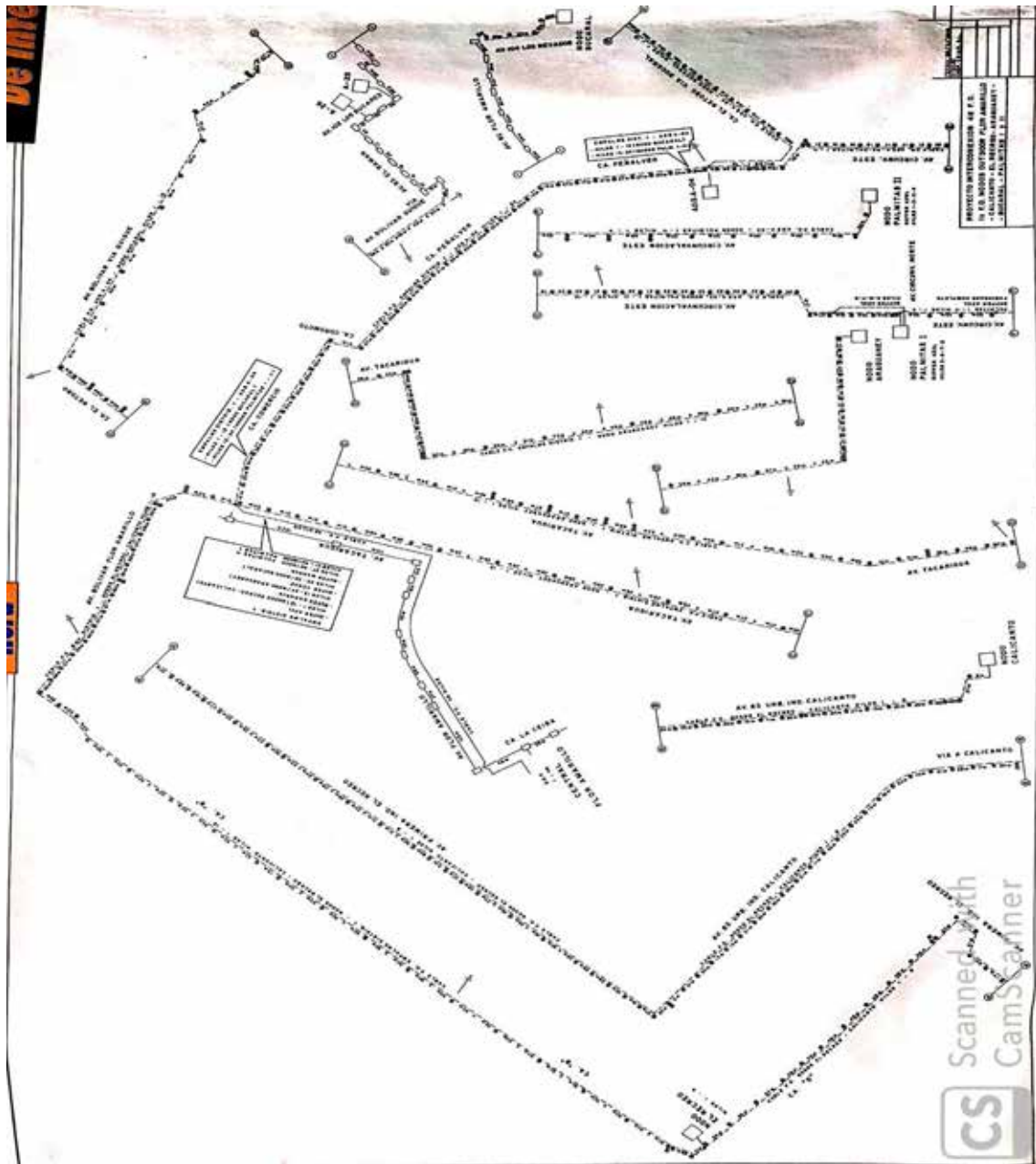
Fuente <https://www.google.co.ve/maps/dir/10.1382581,-67.9455007/>

En principio las redes de telecomunicaciones de CANTV para el sector de la zona industrial EL RECREO provienen de la central Flor Amarilla, ubicada en las Quintas de Flor Amarillo, Revisando los planos provenientes de CANTV del año 1993, en la escala 1:1, titulado: redes (cobre) de área local, central 4144 de los ADS 12, 13,14, englobando 47 empresas en el sector industrial y prestando servicios de comunicaciones.

Donde la canalización hacia las redes locales del abonado es aérea y subterránea o soterradas para el cable central de la misma central Flor Amarilla, distribuyéndose en los diferentes ADS que segmentan las rutas del plano.

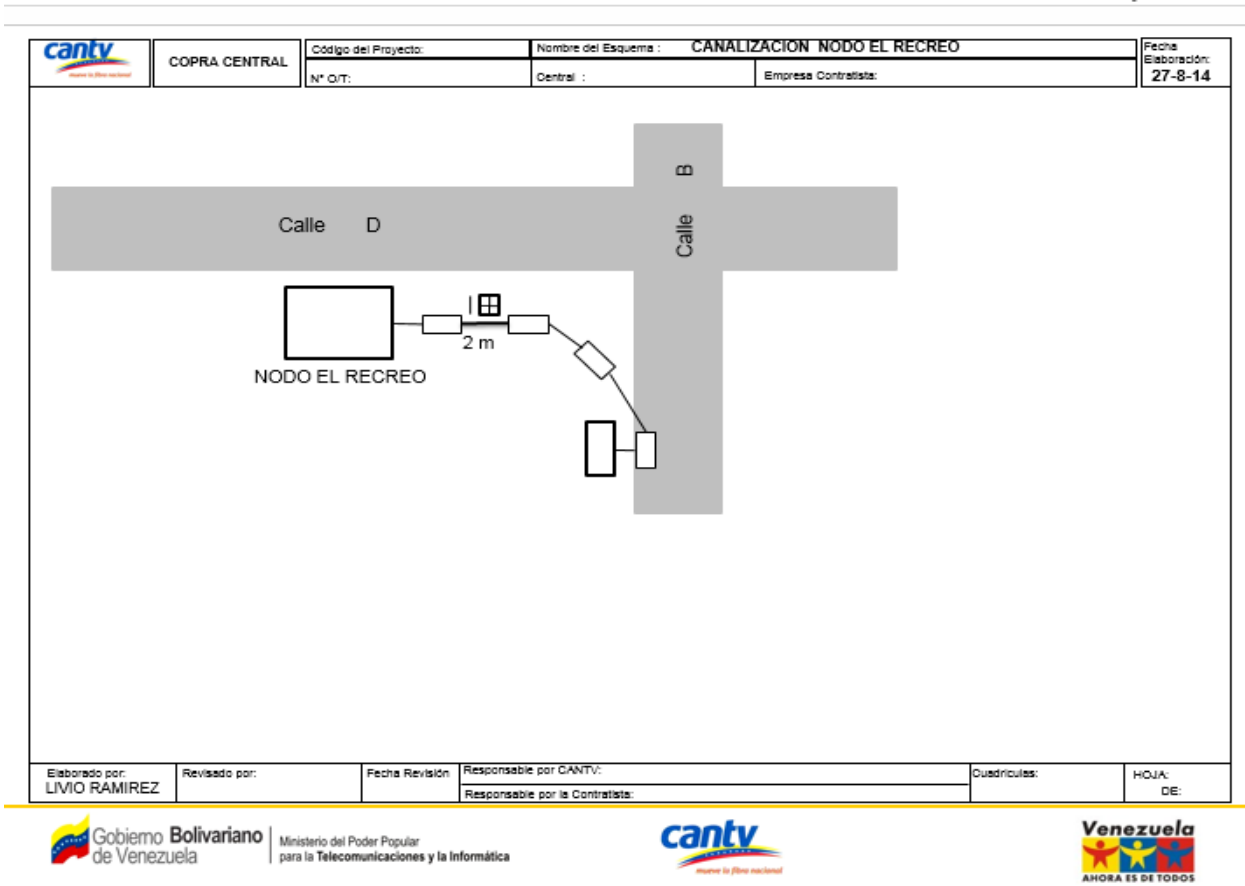


ESQUEMÁTICO N° 2. FUENTE CANTV ADS 14



**ESQUEMÁTICO N° 3. FUENTE CANTV. FIBRA ÓPTICA DISTRIBUIDA
CENTRAL FLOR AMARILLA (4144) INTERCONEXIÓN ENLACE
TRONCAL**

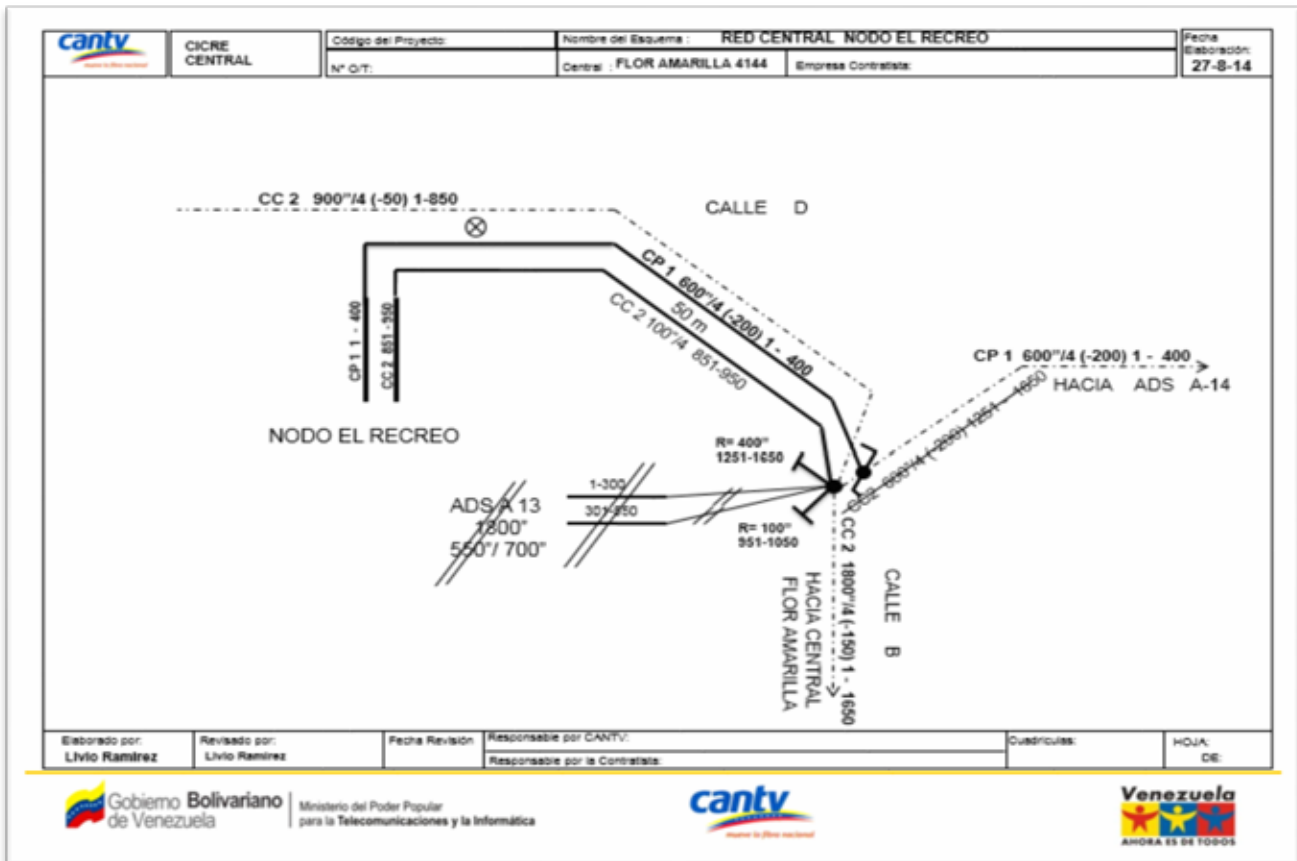
También se recolectan otros planos donde se realizó una modernización en el año 2014 de los Armarios de Distribución Secundaria (ADS) a las redes convergente llamadas Red de Nueva Generación (NGN), Titulado: Interconexión de Fibra óptica de 48 Hilos (1x FO), a los Nodos Outdoor flor amarillo, ejecutando técnicamente una interconexión 1x fo, de los ADS a modernizar al NGN - Flor Amarillo. (Ver Esquemático N°4).



ESQUEMATICO N°4. CANALIZACION NODO EL RECREO

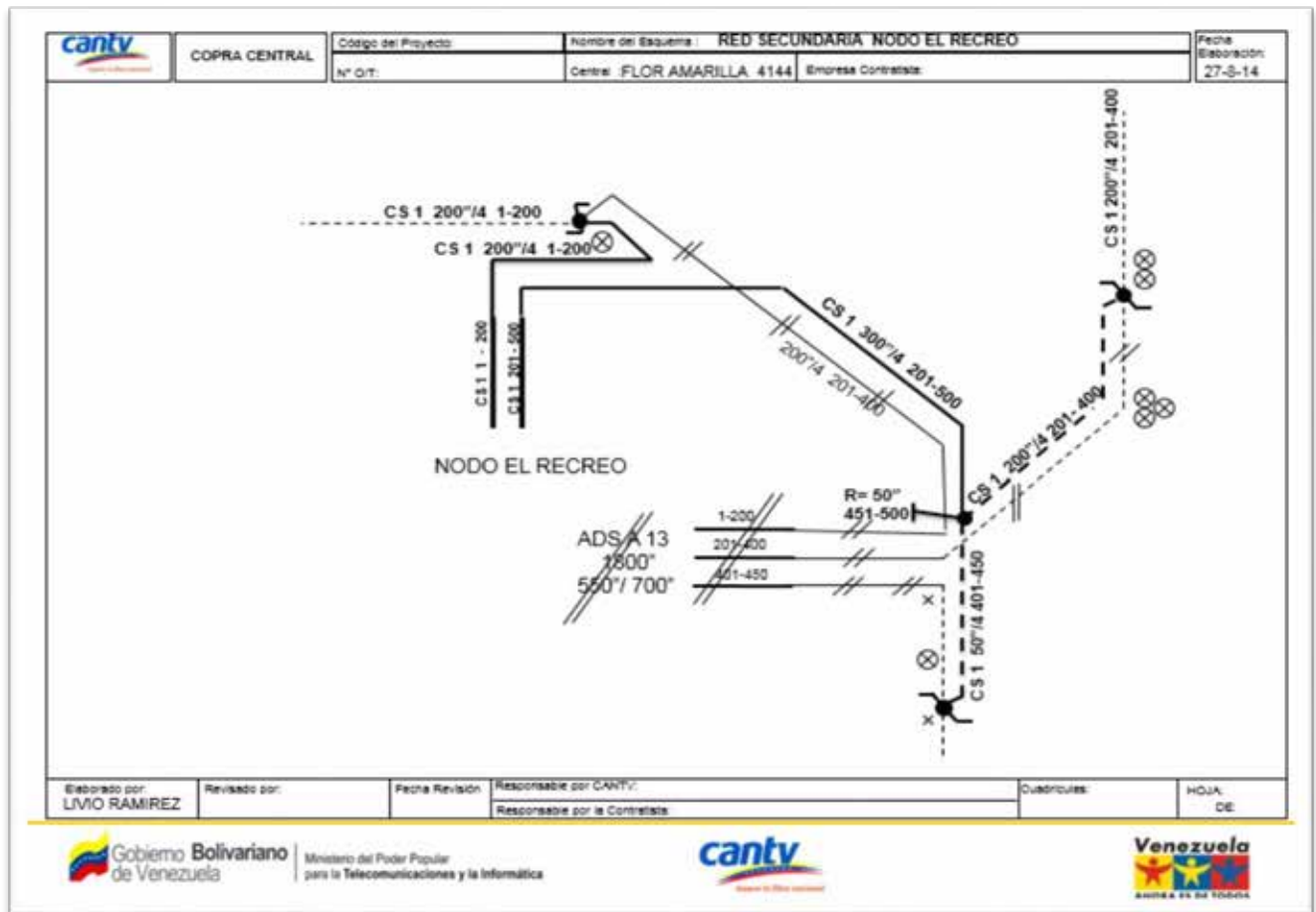
De esta manera incorporan en la Zona Industrial EL RECREO, un nodo llamado EL RECREO con el propósito de modernizar los ADS 13 y 14, donde el origen de la interconexión troncal de la fibra óptica a distribuir es desde la Central Flor Amarilla (4144) esta planificación se despliega por canalización aérea en la red, dejando la distribución hasta el nodo.

Por lo que se planteó que para el nodo EL RECREO se dejan 4 hilos del primer buffer color Azul, dejando interconectados dos (2) hilos y los otros (2) reservas del nodo. De esta forma se establecerían los servicios por el nodo al cabo de desahogar la numeración la central 4144. (Ver Esquemático N°5)



ESQUEMATICO N°5. RED CENTRAL NODO EL RECREO

La instalación de este proyecto de modernización de los ADS al NGN, se crea para ampliar el radio de expansión del servicio. De acuerdo a las normativas de instalaciones de líneas telefónicas de la operadora, el ramal que es el cable final al abonado, no debe exceder en distancias demás de 300 metros y el internet no debe exceder de 5km a la redonda. (Ver Esquemáticos N°6).



ESQUEMATICO N°6. RED SECUNDARIA NODO EL RECREO.

En consideración los servicio de voz y datos por tecnología NGN, tienen un alcance de 5km a la redonda, dentro de las capacidades del nodo outdoor tienen características para ampliar distancias de transmisión del internet, por lo que el abonado puede obtener distancias es decir de 5km, se puede alcanzar más de 20 km, para esto se deben instalar unas tarjetas que contemplen los parámetros y los rangos de velocidades de datos de acuerdo a la capacidad de usuarios que correspondan al nodo.

Cabe a destacar que en la actualidad una de las grandes desventajas, del servicio de telecomunicaciones de la operadora CANTV, en las centrales fijas, y las unidades remotas de línea (URL), ha sido la temperatura. Conllevando un ahogo en los equipos tecnológicos, creando una degradación de los servicios de cualquier abonado.

ITEM	MATERIAL INSTALADO	TOTAL de Mts entre los ADS	TRAMOS	
			ADS 13	ADS 14
1	Cable 20"	400	6	5
2	Cable 50"	640	8	2
3	Cable 100"	630	10	10
4	Cable 200"	660	10	10

Tabla 1. Detalles del plano de redes de área local, central 4144 ADS13 y 14
Fuente: Becerra .G. Tabla 1. Totalidad de cables instalados en el año 1993.

ITEM	MATERIAL INSTALADO	Mts	ADS 13	ADS 14
1	Cable 20"		Solo trabaja una cuenta de 200" pares En total. Distribuidos en tramos de diferentes magnitudes cables	Sin servicio
2	Cable 50"			Sin servicio
3	Cable 100"			Sin servicio
4	Cable 200"			Sin servicio
5	Nodo NGN	Contorno desmantelado		Sin servicio

Tabla 2. Observación Directa de las redes de área local, central 4144 ADS13 y 14
Fuente: Becerra .G. Tabla 1. Actualidad (2019).

Descripción del Almacén Nodal Flor Amarillo CANTV (Ver figura 16).



Figura 16. Fuente Google Maps: Ubicación geográfica del ALMACEN NODAL CANTV

fuelle: <https://www.google.co.ve/maps/dir/Cantv+Flor+Amarillo/cerro+El+Morro+valencia/@10.1303301,-67.9588999,573a,35y,39.2t>

Puntos destacados de la figura 16. Radioenlace Morro- Almacén Nodal:

Cerró El Morro **10°10'56.8"N 67°59'05.6"W**

Almacén Nodal **10°08'06.8"N 67°57'31.1"W**

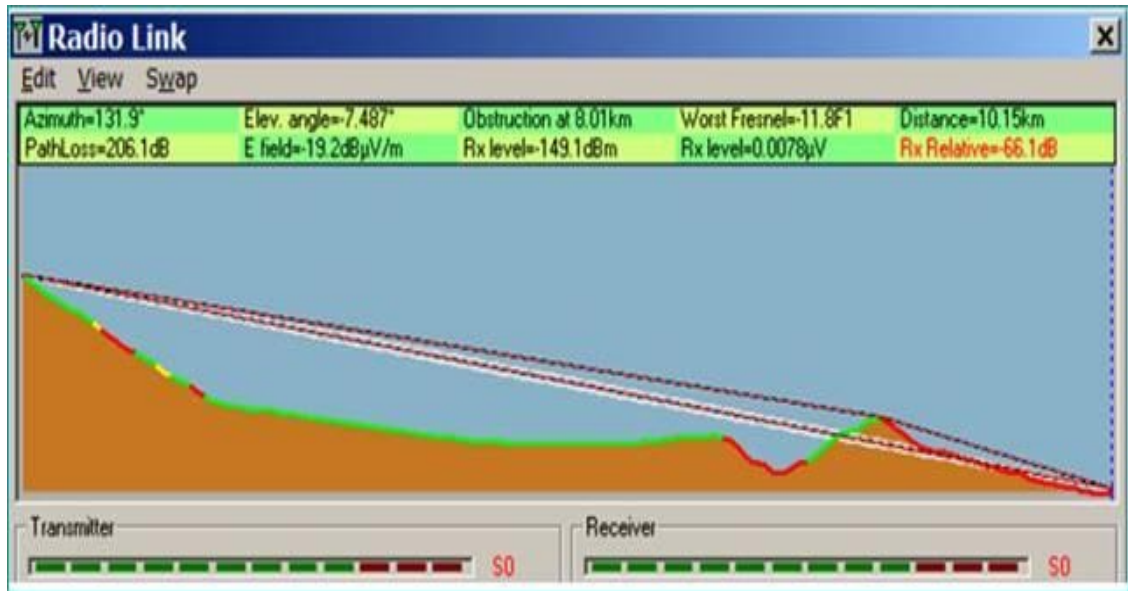


Figura 17. Fuente Google Maps: Ubicación Inalámbrica medio de transmisión Radioenlace Morro- Almacén Nodal servicios internos de CANTV

<https://www.google.co.ve/maps/dir/Cantv+Flor+Amarillo/cerro+El+Morro+valencia/@10.0939157,-67.9654522,9247a,35y,38.13t>

Determinando esta observación directa y afianzando el uso de las herramientas de recolección de datos, se realizó una encuesta en la zona industrial EL RECREO, donde se tomó la muestra actual y en este orden la posible solución para reestablecer los servicios por la empresa CANTV.

4.1.1. Encuestas

En el siguiente orden se definieron las preguntas:

Instrucciones:

El siguiente cuestionario está elaborado con la finalidad de conocer las necesidades que abordan la empresa en materia de los Sistemas de Telecomunicaciones practicado en la Zona Industrial EL RECREO del municipio Valencia Edo Carabobo.

Lea detenidamente cada uno de los Ítems

1) Marque con una (X) la respuesta que considere correcta

Ítems	Alternativas	
	Si	No
1- ¿Considera Ud. que la redes de voz y datos basadas en cobre son eficientes?	0	15
2- ¿Considera Ud. que la redes móviles actuales del proveedor de Movilnet son eficientes en la zona?	0	15
3- ¿Posee Ud. otro proveedor de servicios de telecomunicaciones además de CANTV?	11	4
4-¿Cree Ud. que sea necesario reestablecer el sistema de telecomunicaciones actual de CANTV?	15	0
5- ¿Conoce Ud. otros sistemas de telecomunicaciones que no estén basados en cobre?	6	9
6- ¿Conoce Ud. acerca de las ventajas de las redes GPON, basadas en fibra óptica?	6	9
7-¿Considera usted que el desempeño de los equipos de redes de telecomunicaciones puede mejorar con la implementación de redes basadas en fibra óptica?	12	3
8- ¿Cree Ud. que se deba mejorar los sistemas de resguardo de las infraestructuras de redes de telecomunicaciones?	15	0
9- ¿Cree Ud. que el apoyo brindado por los entes de seguridad pública en la zona son eficientes?	0	15
10- ¿Considera Ud. que la implementación de la Red GPON y un mejor sistema de seguridad, beneficie la calidad de servicio de la zona?	15	0

4.1.2. Resultados de las Encuestas

Luego de haber practicado las encuestas a la población definida en la zona industrial EL RECEO, donde la muestra obtenida fueron de quince empresas (15), se describen los resultados por los ítems propuestos

Ítem 1-. ¿Considera Ud. que la redes de voz y datos basadas en cobre son eficientes?

(Ver gráfica 1)



Gráfica 1

Fuente: Becerra. G. (2019)

La Interpretación de la población encuestada, se asume como respuesta unánime a un NO, esto caracteriza bajo un asombro que se debe solucionar las redes de cobre.

Ítem 2- ¿Considera Ud. que la redes móviles actuales del proveedor de Movilnet son eficientes en la zona? (Ver grafica 2)



Grafica 2
Fuente: Becerra. G. (.2019)

Se interpreta como respuesta unánime un NO, son el resultado de respuestas despectivas en la zona, optan por otras operadoras móviles.

Ítem 3- ¿Posee Ud. otro proveedor de servicios de telecomunicaciones además de CANTV? (Ver grafica 3)



Grafica 3
Fuente: Becerra. G. (2019)

En esta interpretación se demuestra que parte de la población encuestada opta por otras operadoras que garantizan servicios de telecomunicaciones, ya que sin otras alternativas la gestión empresarial declina.

Ítem 4-¿Cree Ud. que sea necesario reemplazar el sistema de telecomunicaciones actual? (Ver gráfica 4)



Grafica 4
Fuente: Becerra. G. (2019)

La población encuestada demuestra como resultado unánime un SI, ya que si es necesario un cambio del sistema de telecomunicaciones, para mejorar la gestión empresarial.

Ítem 5- ¿Conoce Ud. otros sistemas de telecomunicaciones que no estén basados en cobre? (Ver gráfica 5)



Grafica 5
Fuente: Becerra. G. (2019)

La interpretación que se estima, es variada ya que parte de la muestra desconocen otros sistemas de telecomunicaciones, sin embargo, otro grupo si conoce de los diferentes sistemas de telecomunicaciones que existen en el mercado de las telecomunicaciones.

Ítem 6- ¿Conoce Ud. acerca de las ventajas de las redes GPON, basadas en fibra óptica?
(Ver grafica 6)



Grafica 6
Fuente: Becerra. G. (2019)

En esta interpretación es variada y no conclusiva, debido a que parte de la población muestra tienen conocimiento, ya que toda la población ha escuchado o leído de los beneficios de la fibra óptica en las comunicaciones. Y el resto solo visualiza la calidad de servicio en velocidad.

Ítem 7-¿Considera usted que el desempeño de los equipos de redes de telecomunicaciones pueden mejorar con la implementación de redes GPON basadas en fibra óptica?

(Ver grafica 7)



Grafica 7

Fuente: Becerra. G. (2019)

Dentro de esta interpretación, la muestra afirma que si habrá mejoras, aunque se hayan respuestas del que no se garantiza un desempeño fructífero aplicando GPON.

Ítem 8- ¿Cree Ud. que se deba mejorar los sistemas de resguardo de las infraestructuras de redes de telecomunicaciones? (Ver grafica 8)



Grafica 8
Fuente: Becerra. G. (2019)

En la preceptiva de esta interpretación es que toda la muestra, afirma que se deben cuidar por seguridad y resguardo del servicio.

Ítem 9- ¿Cree Ud. que el apoyo brindado por los entes de seguridad pública en la zona son eficientes? (Ver grafica 9)



Grafica 9
Fuente: Becerra. G. (2019)

El aporte de esta interpretación es negativa, ya que existe un descontento en cuanto a los entes de seguridad pública, ya que no garantizan la seguridad de los bienes materiales y debido a la falta de conciencia se encuentra la zona industrial incomunicada.

Ítem 10- ¿Considera Ud. que la futura implementación de la Red GPON, basadas en fibra óptica y un mejor sistema de seguridad, beneficie la calidad de los servicios de telecomunicaciones en la zona?

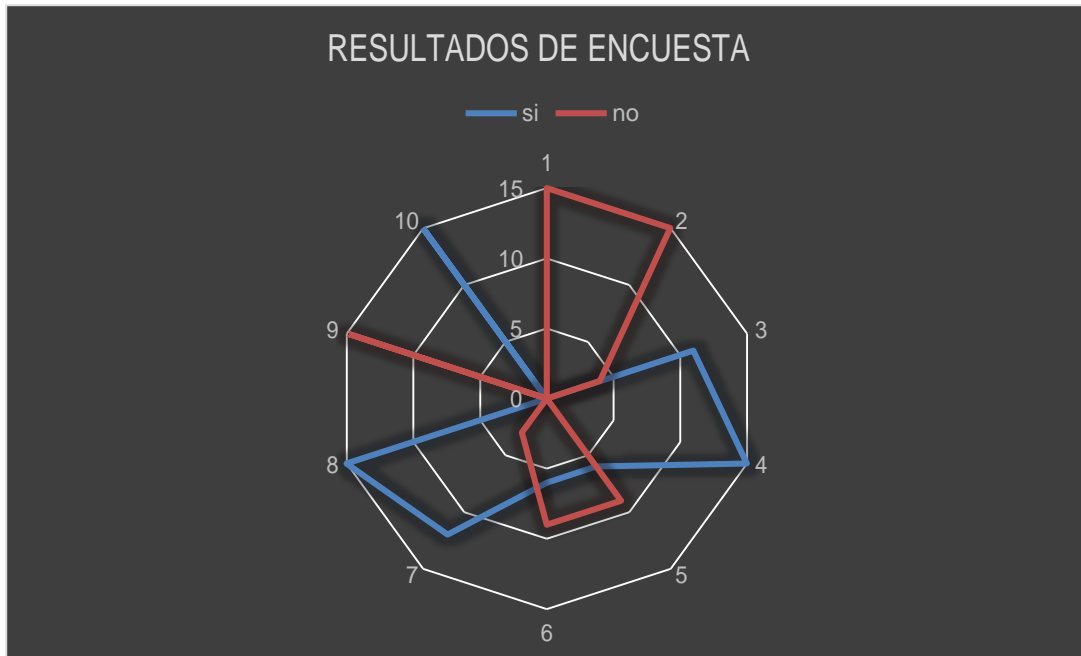
(Ver grafica 10)



Grafica 10
Fuente: Becerra. G. (2019)

La referente interpretación se basa en una respuesta afirmativa, ya que conociendo en la breve explicación de las redes GPON basadas en fibra óptica y un ente público que realice recorridos nocturnos , se considera que si habrá mejoras en los servicios de telecomunicaciones.

En relevancia a los instrumentos de recolección de datos se puede finiquitar que en el sector de la zona industrial el RECREO de Flor Amarillo del municipio Valencia, solo existe un 5 % actual en redes de cobre que tienen servicio de telecomunicaciones por la empresa CANTV. (Ver grafica 11).



Gráfica 11. Resultados de encuesta SI y NO

Autor Becerra G (2019)

4.2. Fase II. Evaluación de los requerimientos necesarios de los equipos y facilidades de red que implican una solución usando tecnología GPON en el nodo EL RECREO.

En esta fase se evaluaron los requerimientos de acuerdo a lo planteado para realizar un estudio de cobertura resguardando la inversión física que se obtendrá siendo esta una posible implementación por CANTV.

Entre las alternativas de estudio se tienen:

1. Invirtiendo en la restauración de las redes de cobre de área local que son alimentadas desde la central Flor Amarillo al sector de la zona industrial EL RECREO, para esto se acondicionan las rutas de los ADS 13 y 14 dejando la construcción tal y como están en el plano del año 1993.
2. Invirtiendo en la modernización del NGN-Nodo EL RECREO, para esto se acondiciona el mismo nodo y las redes (cobre) de área local, pasando a este Nodo todas las cuentas locales y cuentas centrales que vienen desde la central

Flor Amarillo se eliminan los ADS y entra en gestión el NGN-Nodo el RECREO, como fue planteado en los esquemáticos del año 2014.

3. Invirtiendo en toda las redes y teniendo en gestión el Nodo EL RECREO, se puede ampliar la cobertura del Radioenlace punto a punto Morro-Almacén Nodal, esta cobertura vendrá desde el Cerro El Morro-Nodal-NGN, hasta el Nodo EL RECREO en su ubicación actual. Colocando como redundancia las comunicaciones inalámbricas, estas si en dadas las circunstancias de un futuro se presente otro hurto masivo de las redes de cobre. Cabe a destacar que el radioenlace es usado como comunicación interna de CANTV. En esta alternativa se usara el mismo Radioenlace para cubrir otras empresas.
4. Realizando una inversión fructífera se cambiara todo el paradigma de cobre a redes GPON basadas en fibra óptica, sustituyendo estas a la red de distribución actual en cobre y cambiando la ubicación física del nodo EL RECREO es decir:
 - Ø Se reubicara la posición actual del el NGN-Nodo EL RECREO, al nuevo punto de despliegue el cual estará dentro del área interna del Almacén Nodal.
 - Ø Se cambiara el despliegue de cobre a Fibra Óptica partiendo desde el Almacén Nodal.
 - Ø Se usara como red redundante el Radioenlace punto a punto Morro- Almacén Nodal. Creando un anillo externo de comunicación.
 - Ø Se modificara la huella móvil de la R/B Santa Inés de la operadora Movilnet entrando en gestión desde el Almacén Nodal.

En este previo análisis descrito en cada una de las alternativas, en pro del restablecimiento de las telecomunicaciones de la zona industrial EL RECREO, se recomienda una opción para realizar el diseño. Ya teniendo todas las opciones desglosada y sujetándose a la realidad actual de las redes de cobre, la opción factible a nivel de inversión y calidad de servicio, que se puede estimar, siendo esta de innovación, de cambio de tecnologías y de inversión novedosa, justificando dentro de ella la importancia que obtendrá a nivel de alcance, la disminución de los hurtos de cable y obteniendo como resultado final el restablecimiento de la zona industrial , se

fomenta a diseñar la opción número cuatro (4). Ya que dentro de ella se pueden recabar todas las opciones anteriores y lo importante el resguardo del equipamiento que esto conlleva, el mismo resguardo será dentro de la propia instalación de CANTV el Almacén Nodal. Donde se detallara con mayor descripción en la siguiente fase. (Ver Figura 18)

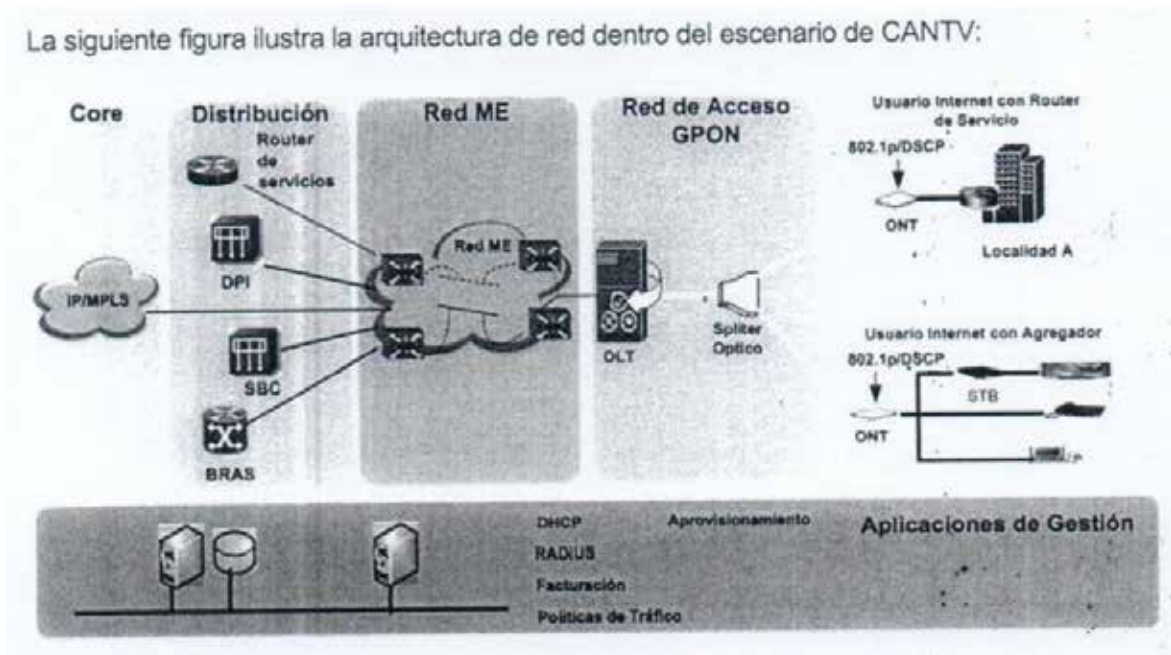


Figura 18. Arquitectura actual vs Arquitectura GPON escenario CANTV

4.3. Fase III. Diseñar la red GPON para la Zona Industrial el RECREO de Flor Amarillo del municipio Valencia Edo Carabobo.

En esta fase se comenzara con el diseño, realizando un despliegue de equipamiento de la nueva red de acceso. Normalmente está repleto de diversos procedimientos técnicos y sujeto a normativas de obra y a la agenda de gestión de proyectos.

El diseño comprende de tres Etapas:

Etapa 1. Construcción del NGN –Nodo EL RECREO al Almacén Nodal.

Etapa 2. La nueva ruta de acceso del NGN –Nodo EL RECREO al Almacén Nodal, equipamiento de tarjetas de la nueva tecnología a diseñar.

Etapa 3. El diseño se subdivide en tres zonas para lograr una mejor distribución en los segmentos de las rutas.

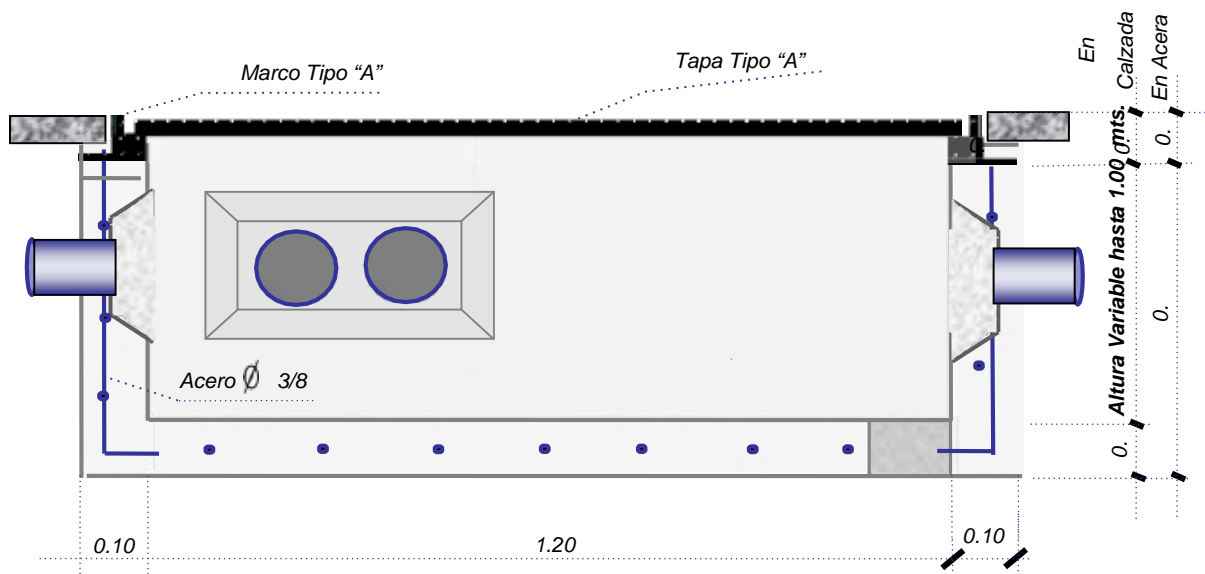
Etapa 1. Construcción del NGN –Nodo EL RECREO al Almacén Nodal



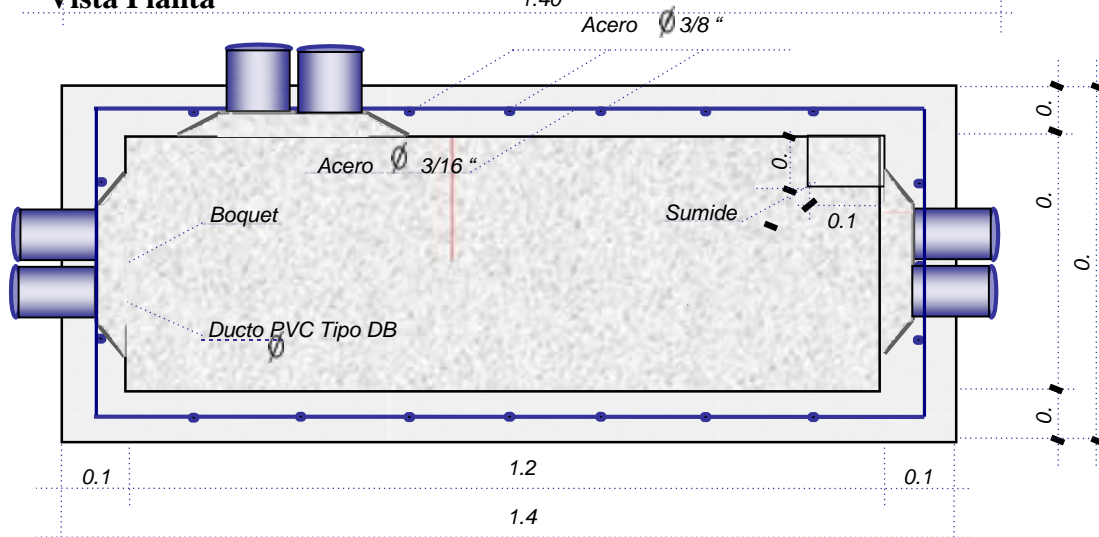
*Normas de Construcción
de Tanques Telefónicos
en Concreto*

Tanquilla tipo A

Vista corte longitudinal



Vista Planta



Etapa 2. Diseño en despliegue de las nuevas redes ópticas, se tomaran las canalizaciones anteriores y se crearan nuevas rutas de acceso. (Ver figura 19).

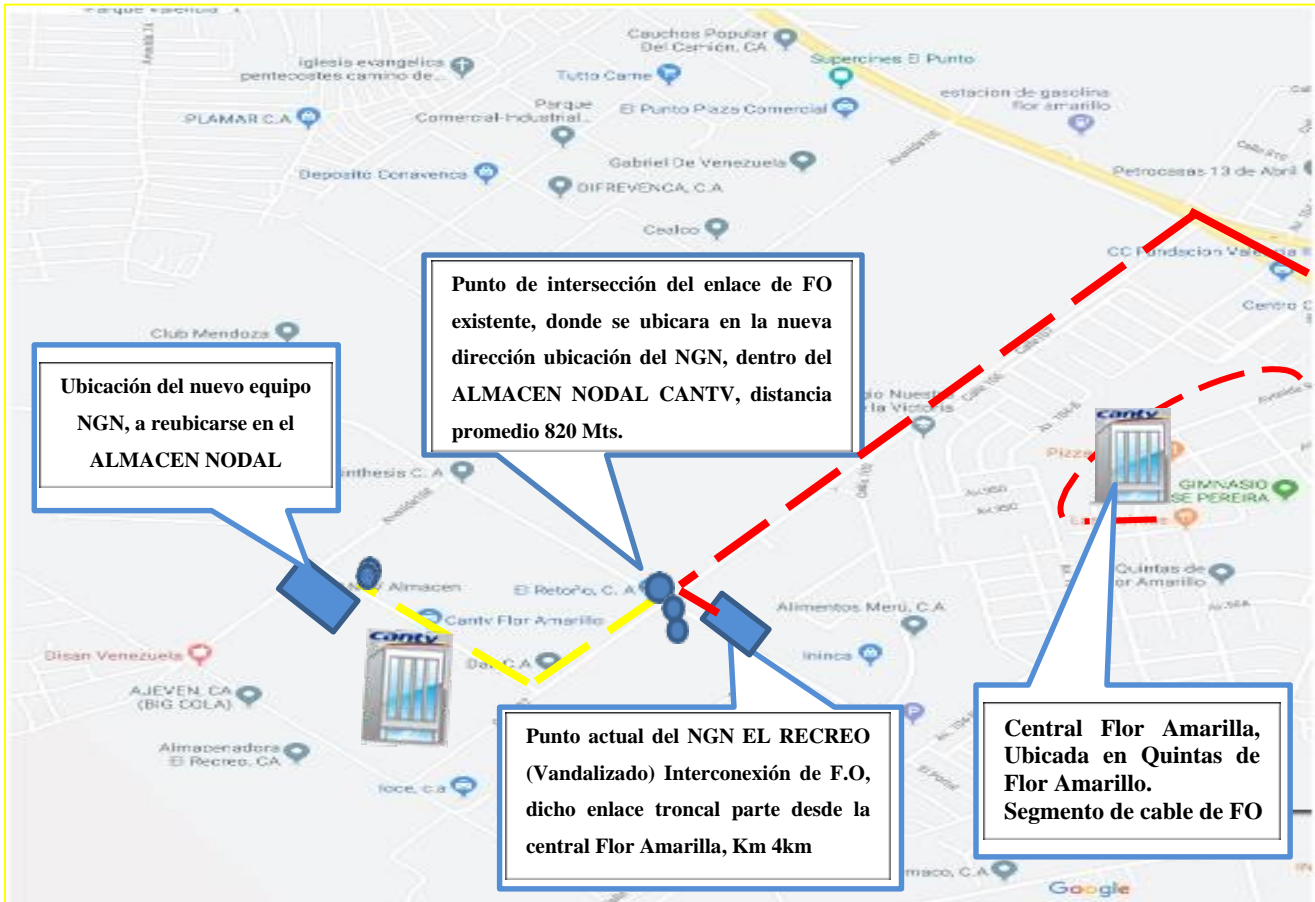






Figura 19. Fuente Google Map. Dirección Zona Industrial EL RECREO. Autor Becerra G. (2019)

Leyenda:





-  **NGN nodo EL RECREO.**
-  **Tramo de Fibra Troncal punto de partida Central Flor Amarilla 4144.**
-  **Enlace troncal de Fibra Óptica.**
-  **Empalme de inserción.**

Muestra de la reubicación del NGN nodo EL RECREO, (Ver figura 20)



Figura 20. Fuente Google Map. Dirección Zona Industrial EL RECREO. Autor Becerra G. (2019)

Leyenda:

-  Tramo de fibra Óptica del punto de intersección al Almacén Nodal a reubicar en conjunto con el NGN Nodo EL RECREO.
-  Tramo de Red troncal punto de partida desde la Central Flor Amarilla 4144
-  NGN
-  Empalme de inserción.

Luego de la reubicación del NGN nodo EL RECREO, se procede al equipamiento propuesto.

Componentes específicos del NGN

Se instalan dentro del caparazón los siguientes componentes (Ver tablas)

Cant.	EQUIPOS
1	Cuadro de Fuerza
3	Rectificadores
2	Bancos de Batería
1	Inyector
1	Extractor
3	Rack OLT
1	Arrester Brequea Principal Brequera de Planta de Emergencia Protectores de Sobretensión
1	Regleta AC
1	Lámpara de Emergencia DC

**Tabla 3. Componentes de Alimentación y posicionamiento del NGN
Autor Becerra .G. (2019)**

La OLT MA5600T de Huawei posee 16 ranuras para tarjetas de servicio: GPFD, GPBD, GPBH; la primera tiene 16 puertos y las últimas 2 solo tienen 8 puertos. Estos tres tipos de tarjetas de servicio GPON soportan los tipos de módulos GPON SFP B+ ó C+, cada uno de ellos puede servir hasta 64 ONT/MDU, entregando 2.4 Gbps en bajada y recibiendo hasta 1.2 Gbps en subida. Proporciona el acceso a servicios ADSL2+, VDSL2, POTS, RDSI, GPON y otros. La siguiente tabla resume las especificaciones técnicas del tipo de tarjeta GPFD.

Parámetros	Especificaciones GPON (clase B+)	Especificaciones GPON (clase C+)
Velocidad de transmisión	Transmisión: 2.49 Gbps Recepción: 1.24 Gbps	Transmisión: 2.49 Gbps Recepción: 1.24 Gbps
Longitud de onda de operación	Transmisión: 1490 nm Recepción: 1310 nm	Transmisión: 1490 nm Recepción: 1310 nm
Alcance	20 km	20 km
Tipo de conector	SC/PC	SC/PC
Potencia de transmisión	1.5 ~ 5 dBm	3 ~ 7 dBm
Sensibilidad máxima del receptor	-28 dBm	-32 dBm

Tabla 4. Especificaciones Técnicas tarjeta GPF, consta de los módulos que usara la OLT

Fuente: /docs110/red-acceso-óptica-mejora-planta-exterior

Etapas 3. El diseño se subdivide en dos zonas para lograr una mejor distribución en los segmentos de las rutas

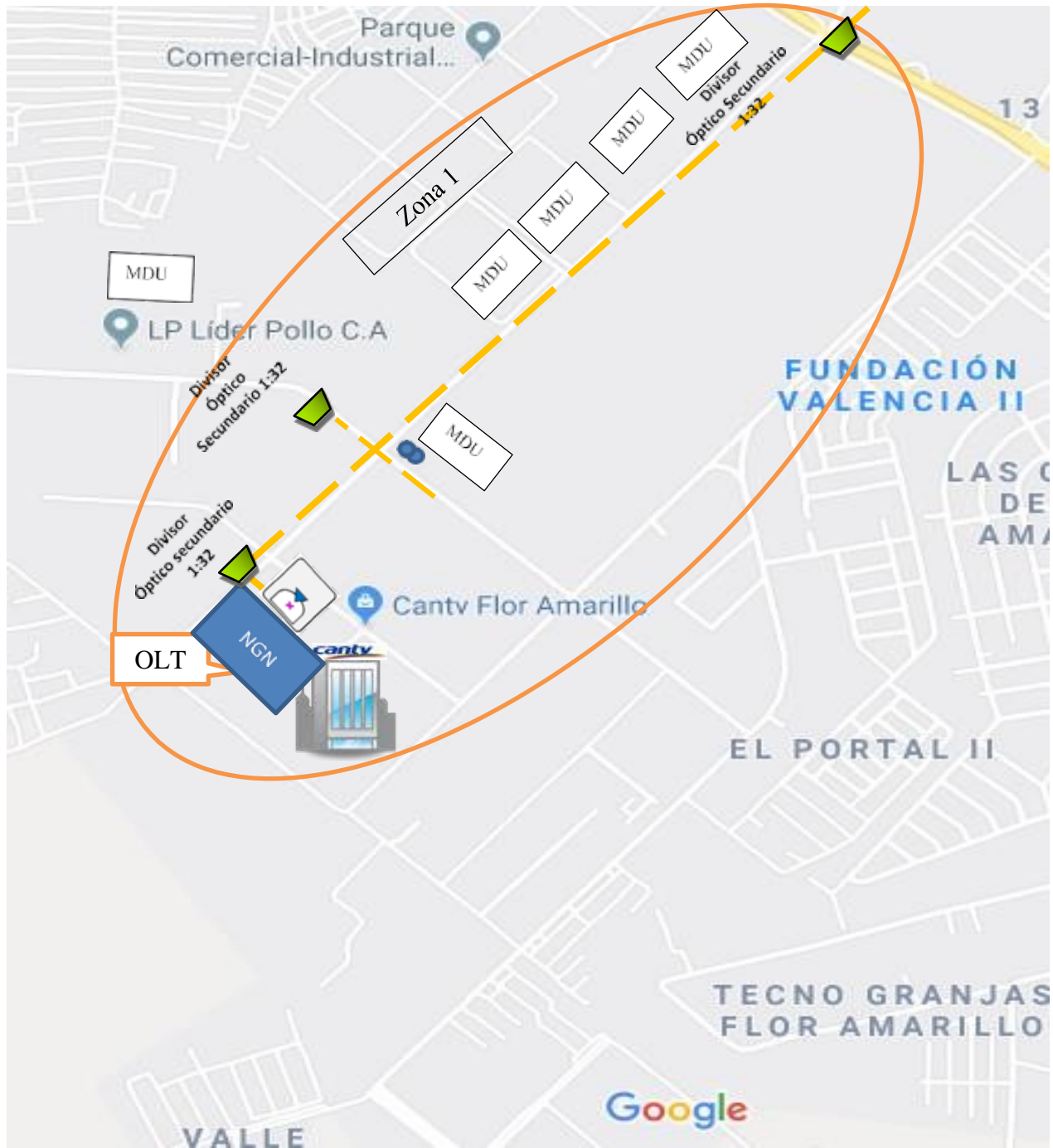
Zona 1

Está conformada por las empresas al cual el cable de distribución secundario, será ramificado hasta llegar a esos abonados. (Ver tabla 5).

Cant.	EMPRESAS
1	FABRICA AMORTIGUADORES GABRIEL DE VENEZUELA
2	CEALCO
3	COMPLEJO BATALLA DE CARABOBO
4	LLENADERO DE GAS VENGAS
5	CONEX TELECOM
6	SINTHESIS CONESTER C.A
7	COLGATE CENTRO NACIONAL DE DISTRIBUCION
8	LIDER POLLO
9	CAFÉ FAMA DE AMERICA

**Tabla 5. Empresas activas en lo actual, distribución Zona 1 RED GPON
Autor Becerra. G (2019)**







La primera zona cumple con un total de nueve (9) empresas activas, se distribuirá desde la empresa AMORTIGUADORES GABRIEL C.A, es decir, el Splitter principal saldrá desde la OLT, ubicado en las áreas internas del Almacén Nodal, la OLT estará dentro del NGN caparazón del nodo EL RECREO y distribuirá las diferentes secciones del recorrido. (Ver figura 21 diseños zona industrial EL RECREO).



**Figura 21. Fuente Google Map Distribución RED GPON
Zona 1 representada por nueve (9) empresas**

Fuente <https://www.google.co.ve/maps/@10.1329329,-67.9569736,17z>

Leyenda

-  Cable de F.O
-  Empalme
-  Cto principal con Spliter 1:2
-  Spliter (Divisor Óptico secundario de 1:32)
-  Equipo que llegan a los usuarios.
-  Empalme Aéreo

Nota: Estos equipos se distribuirán en los recorridos de las distintas zonas.

Zona 2. La representan las siguientes empresas

Cant.	EMPRESAS
10	AJEVEN C.A BIGCOLA
11	ALAMCENADORA EL RECREO C.A
12	AIMENTOS BERRIOS ALBECA C.A.

**Tabla 6. Distribución Zona 2 RED GPON
Autor Becerra .G (2019).**

Fuente <https://www.google.co.ve/maps/@10.1329329,-67.9569736,17z>

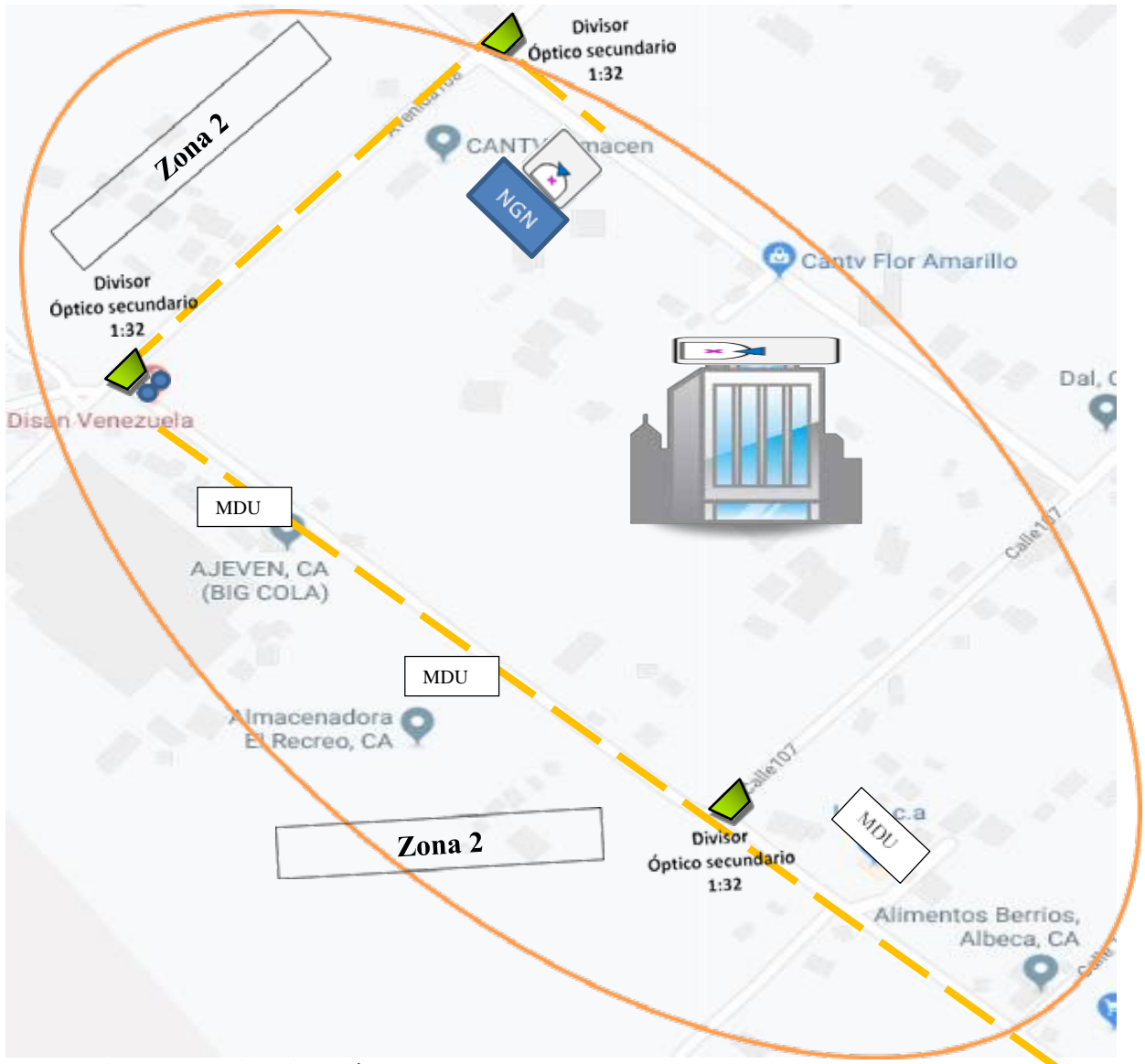







Figura 22. Distribución Zona 2. Representada por tres (3) empresas de la Zona Industrial EL RECREO

Fuente <https://www.google.co.ve/maps/@10.1329329,-67.9569736,17z>

Leyenda

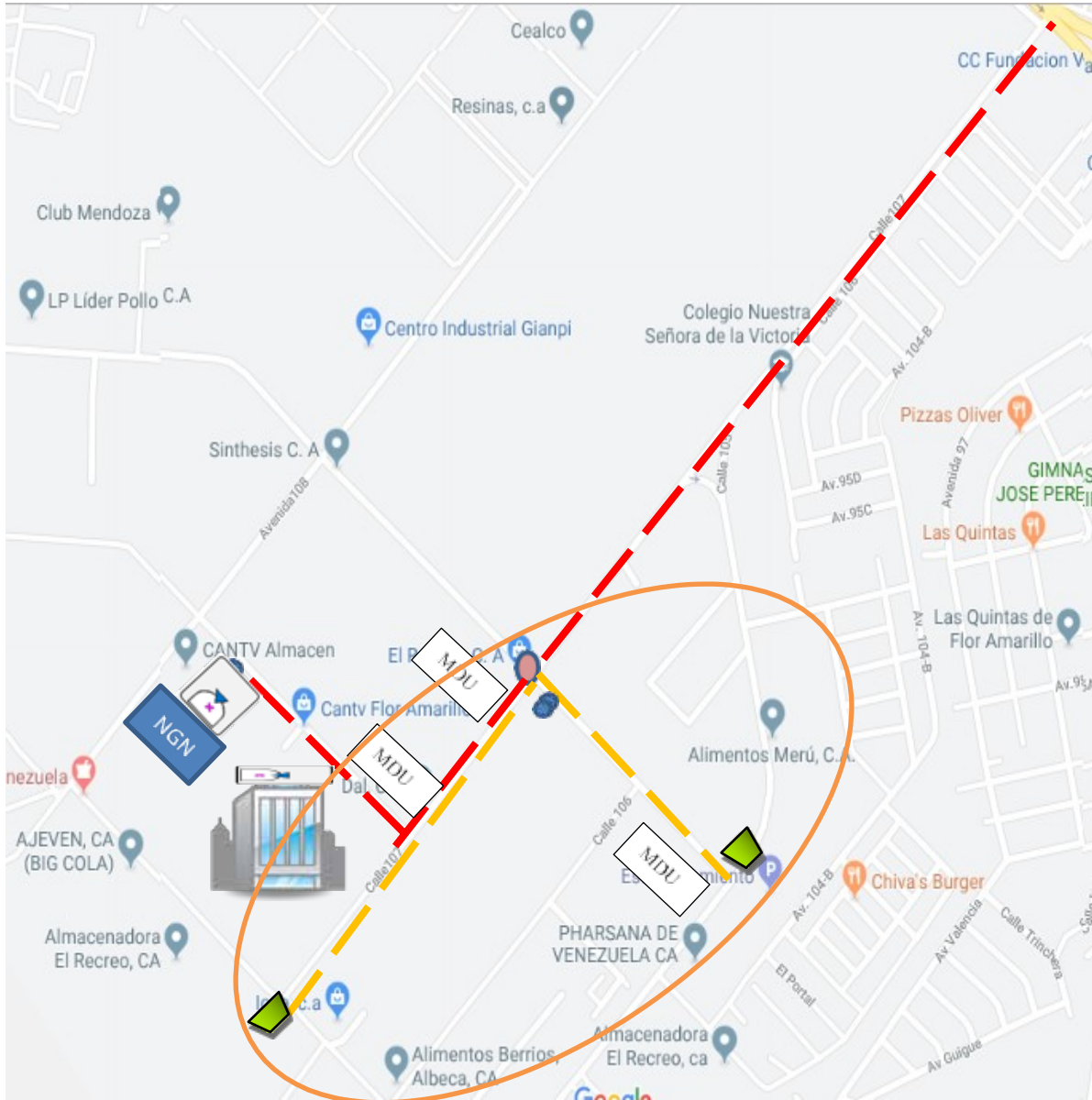
-  Cable de F.O
 -  Empalme
 -  Cto principal con Spliter 1:2
 -  Spliter (Divisor Óptico secundario de 1:32)
 -  Empalme Aéreo
- Equipo que llegan a los usuarios.

Zona 3. Distribución comprendida por cuatro (4) empresas RED GPON, Intersección de la Red Troncal que parte desde la central Flor Amarilla 4144 (Ix FO 48 Hilos).
(Ver Tabla 7)

Cant.	EMPRESAS
13	Pharsana de VENEZUELA C.A (LA CHICO)
14	Lubricantes EL RETOÑO C.A
15	DALCA
16	PDVAL

**Tabla 7. Distribución Zona 3 RED GPON
Autor Becerra .G (2019).**

Fuente <https://www.google.co.ve/maps/@10.1329329,-67.9569736,17z>



**Figura 23. Distribución Zona 3. Representada por cuatro (4) empresas de la zona industrial EL RECREO
Autor Becerra .G (2019).**

Fuente <https://www.google.co.ve/maps/@10.1329329,-67.9569736,17z>

Cabe a destacar que el diseño de la zona industrial EL RECREO, se le realiza a las quince (15) empresas operativas en la actualidad con disposición a una ampliación ya sea empresarial o residencial.

4.4 Fase IV “Análisis de factibilidades Económica, Tecnológicas, Social, y Ambiental de la zona industrial EL RECREO”.

En esta fase se analizarán los estudios de factibilidad respectivos para la posible implementación que se ejecute por la empresa CANTV en un futuro, tomando en cuenta los últimos cómputos de baremo del año 2019 por la misma, adicional los costes del diseño optado a la muestra de las 15 empresas que operan actualmente con capacidad de ampliación.

4.4.1. Factibilidad Económica.

Cómputos de CANTV Baremo 2019,



Gerencia General de la Red
Gerencia Operativa Región Central
Coordinación Ingeniería y Construcción Red Acceso Central

Código del Proyecto: PROY_0320191021-9079
Tipo de Proyecto: Nuevas Líneas Red Local >500 pares (Aéreo)
Nombre del Proyecto: Test
Región: Central
Central: Flor Amarillo NDA
Zona / Estado: Carabobo
Area / Distrito: Area 3
Ubicación de la Central: -
Proveedor: CANTV - Central
Contrato Asociado: CARABOBO (P.B. - Enero 2019)

Computos Métricos Nano de Obra

ARMARIOS (Baremo_Marzo 2019)				
Nº Partida	Descripción	Unid	Cantidad Proyectada	Pto Baremo Total Baremo
18.053.1.	Desmontar Armario de Fundamento	u	1.00	7904.24 7,904.24
30.044.5.	Identificar Nodo.	U	1.00	7198.66 7,198.66
30.052.4.	Reidentificar Armario o DLC.	U	1.00	4898.19 4,898.19
				Total: 20,001.09

CANALIZACIÓN (Baremo_Marzo 2019)				
Nº Partida	Descripción	Unid	Cantidad Proyectada	Pto Baremo Total Baremo
50.042.2.	Demolición de obras de concreto	m3	0.22	11430 2,514.60
53.010.4.	Excavación manual terreno natural.	m³	0.58	3100 1,798.00
55.012.7.	Instalar paquete de ducto 4x2 en canalización	M	2.00	1721 3,442.00
58.010.7.	Relleno y compactación de tierra de excavación	m3	0.31	1436 445.16
58.012.0.	Bote de tierra sobrante	m3	0.49	5095 2,496.55
65.030.4.	Construir Boqueta hasta 5 ductos en concreto.	U	2.00	36456 72,912.00
				Total: 83,608.31

DISTRIBUIDOR PRINCIPAL (Baremo_Marzo 2019)				
Nº Partida	Descripción	Unid	Cantidad Proyectada	Pto Baremo Total Baremo
36.030.2.	Chequear Registros de Jumper.	U	388.00	20.07 7,787.16
				Total: 7,787.16

Tabla 8. Fuente CANTV Cómputos de BAREMO año 2019.

Valor del cable de Fibra y Conectores				
Producto	Descripción	Cantidad	Precio U.	Precio Total
Fibra Óptica	Fibra Óptica Headrow (Prysmian)	3	2100\$	6300\$
Conector	Patch cord FC/PC, LC/PC, single mode, 2mm	1000	5\$	5000\$
Empalmes	Cajas de empalmes para arquetas	10	50\$	5000\$
OLT		1	1400\$	1400\$
Total:	\$			7.300\$

**Tabla 9. Presupuesto por equipos GPON
Autor Becerra G. (2019)**

Elementos	Unidad de medida	Cantidad	USO	Valor unitario	Valor total
fibra óptica de 12 hilos	Metros Bobina	2000	3	2100 \$	9.300\$
Cable Drop para acometidas	Metros Bobina	5000	3	2.100\$	9.300\$
Splitter 1:4	Unidad	1	1	1.250\$	1.250\$
Splitter 1:32	Unidad	5	5	500\$	2.500\$
NAP	Unidad	16	1 por distribución	50\$	800\$
Cubiertas de Empalme	Unidad	30	1 por tramo	50\$	1500\$
OLT	Unidad	1		1.400\$	1.400\$
ONT	Unidad	12	10	250\$	2.500\$
Roseta Óptica	Unidad	12	8	200\$	1600\$
Total				7.900\$	27.650\$

Autor Becerra G. (2019)

Tabla 10. Presupuesto por equipos GPON

4.4.2. Factibilidad Tecnológica

En este aspecto se analizara la factibilidad tecnológica, ya que el escenario GPON implica un cambio tecnológico para ampliar los servicios de mayor distancias y el objetivo esencial restablecer los servicios de telecomunicaciones en la zona industrial EL RECREO.

Se describirá la memoria de cálculos que se ejecutaran en su posible implementación por parte de la empresa CANTV.

4.4.2.1. Presupuesto de potencia de enlace

DATOS	
Potencia de Transmisión	5dBm
Perdida de conectores	0.3dB
Perdida en el ODF	1dB
Perdida de la FO por Km	0.35dB
Sensibilidad del Receptor	0.32dBm

Tabla 11. Potencias de enlace en GPON

Autor Becerra G. (2019)

4.4.2.2. Perdidas en conectores y empalmes

Por componentes utilizados en CANTV los empalmes serán de Fusión

	Empalme	Conectores
Tipos de elementos y perdidas asociadas	Fusión de fibra monomodo 0,05 dB	SC 0.3 dB

Tabla 12. Perdidas en conectores y empalmes

Autor Becerra G. (2019)

4.4.2.3 Pérdidas Divisor Óptico por fibra

Elemento	Pérdidas	Recomendación
Divisor óptico 1:2	3.5 dB	Ubicarlo en la central
Divisor óptico 2:32	17,5 dB	Ubicarlo en el DFP
Acoplador	1 dB	Se propone el uso de un acoplador en el DFC-A, el cual permitirá realizar las pruebas de línea
Fibra x Km	0.35 dB	Cada kilómetro recorrido por el cable de fibra genera pérdidas por atenuación. Para el diseño, habrá que tomar en cuenta la longitud del cable central, del cable de distribución y del cable terminal.
Envejecimiento de la fibra	1 dB	Se debe dejar siempre un margen extra para que el enlace siga siendo válido a pesar el envejecimiento y la manipulación de la fibra.

Tabla 13. Divisor Óptico por fibra

Autor Becerra G. (2019)

4.4.2.4. Medidas de potencia óptica

Las medidas de atenuación se realizarán en un solo sentido. Para las fibras monomodo estándar (ITU-T G.652) las mediciones se harán en la 2ª (1.310 nm) y la 3ª ventana (1.550 nm). Las medidas correspondientes a las fibras de dispersión desplazada no nula se realizarán en 3ª ventana (1.550 nm), valorándose que también se efectúen para 4ª ventana (1.625 nm).

Se medirá la diferencia de niveles a la entrada y a la salida de la fibra bajo prueba, para lo cual se utilizará una fuente y un medidor de potencia óptica. El método que se empleará para medir la atenuación es el de inserción. Para realizar las medidas de potencia óptica deberá ser tenido en cuenta lo siguiente:

- El emisor deberá ser de gran estabilidad y el receptor deberá presentar respuesta lineal.
- Las variaciones sufridas en el acoplo del emisor a la fibra óptica deberán ser mínimas ante variaciones del nivel de potencia, longitud de onda y temperatura.
- Se deberá tener especial cuidado en no ensuciar ninguno de los componentes con los que se realice la medida.

4.4.2.5. La tecnología GPON

La red de GPON consta de un OLT (Optical Line Terminal), ubicado en las dependencias del operador, y las ONT (Optical Networking Terminal) en las dependencias de los abonados para FTTH. En las arquitecturas FTTN/B las ONT son sustituidas por MDU (Multi-Dwelling Units), que ofrecen habitualmente VDSL2 hasta las casas de los abonados, reutilizando así el par de cobre instalado pero, a su vez, consiguiendo las cortas distancias necesarias para conseguir velocidades simétricas (cada vez más importante, pues el usuario residencial se ha convertido en generador de contenidos y, además, permite la interconexión de empresas) de hasta 100 Mbps por abonado. 43

Las empresas a las que se da servicio con GPON pueden ser equipadas con MDU que soportan puertos Gigabit Ethernet, POTS y E1. La OLT consta de varios puertos de línea GPON, cada uno soportando hasta 128 ONT (típicamente hasta 64). Aunque depende del suministrador, existen sistemas que pueden alojar más de 7.000 ONTs en el mismo espacio que un DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer), el equipo de central en las tecnologías xDSL. (Ver figura 24)

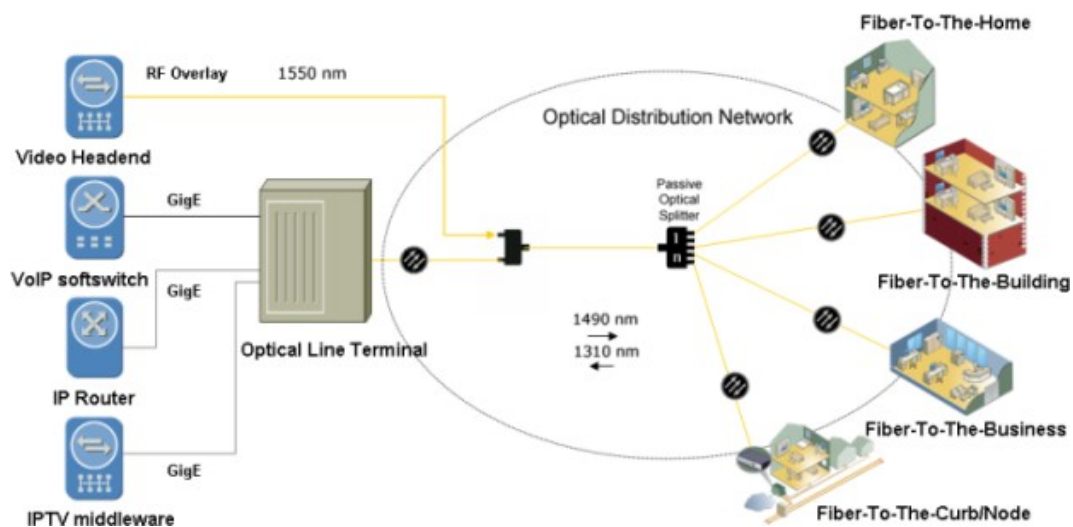


Figura 24. Estructura típica de una RED GPON

Es decir mediante el divisor pasivo (splitter) que divide la señal de luz que tiene a su entrada en varias salidas, el downstream (tráfico de bajada) originado en la OLT puede ser distribuido entre los distintos usuarios. Puede haber una serie de divisores pasivos $1 \times n$ (donde $n = 2, 4, 8, 16, 32, 64, \text{ o } 128$) en distintos emplazamientos hasta alcanzar los clientes.

Esto es una arquitectura punto a multipunto, algunas veces descrita como una topología en árbol. Los datos upstream (tráfico de subida) desde la ONT hasta la OLT ya que son distribuidos en una longitud de onda distinta para evitar colisiones en la transmisión downstream- es agregado por la misma unidad divisora pasiva, ya que cumple funciones de combinar el tráfico en otras direcciones. Esto llega a la OLT sobre la misma fibra óptica que transmite el tráfico downstream.

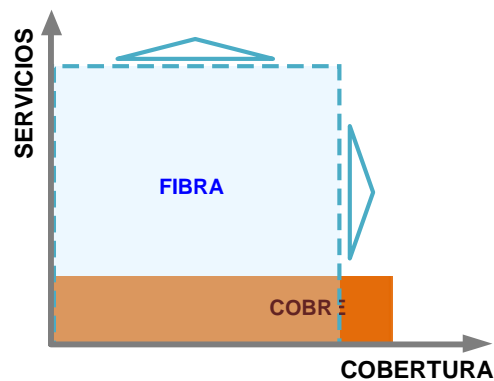
Para el tráfico downstream se realiza un broadcast óptico, aunque cada ONT sólo será capaz de procesar el tráfico que le corresponde o para el que tiene acceso por parte del operador, gracias a las técnicas de seguridad AES (Advanced Encryption Standard).

Como se ha comentado, en una red GPON, se asigna una longitud de onda para el tráfico de datos y telefónico downstream (1.490 nm) y otra para el tráfico upstream (1.310 nm). Además, a través del uso de WDM se asigna una tercera longitud de onda (1.550 nm) que está dedicada para el broadcast de vídeo RF. De este modo, el vídeo/TV puede ser ofrecido mediante dos métodos distintos simultáneamente: RF (radio frecuencia) e IPTV. Mediante RF las operadoras pueden hacer una migración gradual hacia IPTV. En este caso, las ONT dispondrán de una salida para vídeo RF coaxial que irá conectada al STB (Set-Top-Box) tradicional. Con IPTV la señal de vídeo, que es transformada por la cabecera en una cadena de datos IP, se transmite sobre el mismo enlace IP como datos de una mayor prioridad al tráfico de Internet. El STB conectado mediante Gigabit Ethernet al ONT o al RG (Remote Gateway) –pasarela residencial-, convertirá de nuevo la cadena de datos IP en una señal de vídeo.

Mediante GPON, cuyos equipos incorporan avanzadas capacidades de QoS y multicast IP avanzadas, los operadores pueden ofrecer varios canales IPTV de alta calidad de imagen y sonido, incluidos HDTV, así como proporcionar servicios interactivos y personalizados.

4.4.3. Factibilidad Social

Este estudio demostró que en los análisis suscitados por el uso de las herramientas de recolección de datos, basadas en encuesta cerradas de respuestas de SI y NO, que confirma que el desconocimiento de la Red GPON basadas en fibra óptica con la Red existente red de cobre, que para luego de la explicación de las redes basadas en fibra óptica esas empresas se incentivaron a esta nueva red GPON por sus valiosos beneficios, los usuarios en este caso empresarial buscan velocidades, el impacto a considerar en la ampliación residencial de urbanismos calificados la obtención de las redes basadas en fibra óptica en su totalidad hasta el usuario va en crecimiento en considerar a criterio de CANTV su posible implementación.



Grafica 12. Impacto Fibra Óptica vs Cobre
Autor Becerra G (2019).

4.4.4. Factibilidad Ambiental

En este estudio fue de gran impacto para el autor ya que se desconocía de los grandes beneficios que caracteriza la fibra óptica en el aspecto ambiental ya que solo se conocía el aspecto tecnológico que tiene ventajas ya descritas en todo el trabajo de grado.

Como pregunta importante, ¿cómo la fibra óptica salvara el mundo?

La tecnología es creada para mejorar nuestras vidas y hacerla mucho más fácil, pero en ocasiones el ambiente se ve afectado por los procesos de fabricación. Por esta razón y con el objetivo de ser cada vez más ecológicas las empresas de telecomunicaciones están reemplazando los viejos cables cobre con tecnología de fibra óptica.

Las redes de fibra óptica ofrecen muchas más ventajas que las de cobre, desde conexión a Internet más rápida hasta el hecho de que las empresas las actualizan cambiando la tecnología que genera los pulsos de luz que transmiten la data, en lugar de cambiar los cables.

Además, la fibra óptica de vidrio es usada en otros campos aparte de la telecomunicación, porque ofrece posibilidades de iluminación para la medicina, terapias y la industria automotriz.

Pero, ¿sabías que también tiene beneficios ecológicos?

Los cables de fibra óptica gastan menos energía que los de cobre. Según investigaciones realizadas por la Agencia de Protección Ambiental, los cables de cobre consumen 3.5 vatios para transmitir data a través de 100 metros, mientras que los de fibra óptica apenas usan menos de 1 vatio para conducir haces de luz por 300 metros.

Menos energía significa menor generación de calor, por lo tanto los cables de fibra óptica no necesitan que los sistemas de enfriamiento gasten exceso de energía para enfriar o mantenerlos en una temperatura apropiada. Instalar menos equipos de enfriamiento ahorra espacio en el suelo.

Economizar energía ayuda a reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Los cables fibra óptica liberan sólo 7 gramos de CO₂ por cada Gigabit de data. Según un estudio realizado en el 2008 por Ecobilan, un centro francés de investigación sobre el medio ambiente, con la instalación de fibra óptica en Europa las empresas de telecomunicaciones podrían reducir en 30 millones de toneladas las emisiones de CO₂.

Otro beneficio: los cables de fibra óptica pueden ser instalados en el fondo del océano, para lo que se necesita menos recursos que en la instalación de cables bajo tierra.

Aprobados por RoSH

Desde el 2003, el programa de Restricción de Sustancias Peligrosas (RoSH por

sus siglas en inglés) se ha encargado de que equipos eléctricos y electrónicos no contengan más que los niveles aceptados de metales pesados tales como Plomo, Mercurio, Cadmio y Cromo hexavalente, los cuales pueden causar enfermedades como anemia y daño en los riñones, aparte de contaminar el ambiente.

RoSH también supervisa el uso de sustancias químicas polibromadas que funcionan como retardantes de llamas que pueden filtrarse en el aire y dañar la salud de las personas. Para obtener la aprobación de este programa las compañías desarrolladoras de fibra óptica han hecho sus productos cada vez más amigables hacia el ambiente y la salud humana.

Menos cobre, más seguridad

Pero, ¿cómo la fibra óptica salvará el mundo exactamente?

Los cables coaxiales están hechos de cobre. Y no es secreto para nadie que la extracción de este metal es altamente contaminante.

La extracción de cobre afecta la vegetación, el agua y la vida orgánica cercana a las minas, debido al drenaje de ácido causado por la oxidación de los sulfuros. Las zonas gravemente afectadas no son capaces de mantener vida animal o vegetal. En los humanos, la exposición al cobre puede causar cáncer o enfermedades en el corazón.

Por otro lado, la fibra óptica está hecha de un vidrio muy puro que es fabricado a raíz de Dióxido de Silicio (SiO_2), el segundo elemento más abundante de la tierra después del Oxígeno. El SiO_2 se encuentra en la arena, rocas e incluso en el agua, así que no es un recurso que pueda agotarse fácilmente. Básicamente, el proceso de extracción de Silicio consiste en calentar una mezcla de arena y carbón a una temperatura mayor a los 2 mil grados centígrados para suprimir el oxígeno.

CONCLUSION

Durante el desarrollo del trabajo de grado, el cual enmarco el estudio del restablecimiento del servicio de telecomunicaciones de la zona industrial El RECREO, mediante un sistema de telecomunicaciones, nuevo e innovador desglosado detalladamente como son las redes GPON basadas en fibra óptica, se cumplen los objetivos de la propuesta. Quedando la propuesta para la empresa CANTV, en su posible implementación, este estudio demostró la necesidad que tienen los empresarios en que sean restituidos los servicios, que el cambio de las redes de cobre a redes de fibra óptica, disminuirá gratamente el índice delictivo en cuanto al hurto del cableado, siendo esta zona actualmente en silencio, el diseño de ejecutarse una implementación real, dará como iniciativa e importancia a la zona industrial más grande del estado Carabobo un impacto tecnológico, social. Las redes de fibra óptica son económicas el mantenimiento de las mismas redes es a tiempo y sus beneficios son fascinantes, situación distinta que ocurre con las redes de cobre que al ser un material lucrativo, los costos y el mantenimiento y las desventajas de la tecnología son despectivas.

Para concluir el proyecto especial de grado es factible técnicamente, ya que la arquitectura FTTN, tiene el propósito fundamental de abaratar costos para los usuarios y además utilizar la tecnología y tendido de cobre existente, como son los postes, la canalización, entre otros.

Se llegó a la conclusión de que el diseño propuesto, así como el cálculo respectivo y los parámetros establecidos, son criterios aplicables en redes de acceso de fibra óptica para casas, edificios, urbanizaciones y otras diferentes infraestructuras civiles que requieran fibra óptica hasta el usuario final.

Finalmente, se concluye que se ha cumplido con entera satisfacción los objetivos principales del presente trabajo de titulación, que se deriva en un documento que permite ampliar los conocimientos de las redes FTTH-GPON y que sirva como manual a los proyectistas de redes de accesos que deseen diseñar redes de fibra óptica hasta el usuario final.

RECOMENDACIONES

Del estudio realizado referente al diseño de la red GPON en la zona industrial EL RECREO de Flor Amarillo municipio Valencia edo. Carabobo se desglosa las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda la utilización de la red GPON, debido a su gran ancho de banda, seguridad calidad de servicio QoS y principalmente bajo costo; sin embargo, quedará como elección del diseñador seleccionar correctamente de acuerdo a las necesidades que se requiera satisfacer.
- Se sabe muy bien que la situación de Venezuela en la actualidad es crítica, y que las inversiones por parte de empresas grandes se piensan dos veces. Sin embargo el estudio de reestablecer las torres de comunicaciones por parte de la operadora Movilnet no se escapan de ello. Ya que es necesario que se garantice a la población, usuarios y abonados la calidad y disponibilidad del servicio garantizando así la confianza en un sistema seguro, por lo que se recomienda implementar esta nueva red en el menor tiempo posible ya que se considera rentable. Según los resultados obtenidos en el costo- beneficio el proyecto es viable.
- Ya que la distancia de toda la zona industrial EL RECREO, no se excede de la distancia nominal que dispone las redes GPON, el estudio de los cálculos no debe excederse de las especificaciones técnicas del equipo.
- Con el fin de no introducir pérdidas adicionales no consideradas, se recomienda tener los cuidados propios de la manipulación y operación de fibra óptica, por ejemplo, limpieza de conectores, cortes de fibra compatible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almanza. C y Callomamani. J. (2017) *Diseño de una red metropolitana basada en tecnología gpon, para optimizarlos servicios tecnológicos de la municipalidad provincial Jorge Basadre, en beneficio de la población del distrito de locumba*. Trabajo de grado. Universidad Privada de Tacna. Tacna Perú.

Arias, Fidias (2012). *El proyecto de la investigación: Introducción a la Metodología Científica*. (5ta Edición) Caracas-Venezuela: Episteme.

Suarez K (2012). *Reingeniería de la red man de la corporación nacional de telecomunicaciones*. Trabajo de grado. Escuela Politécnica Nacional, Quito- Ecuador.

Tinoco J (2011) *.Estudio y diseño de una red de fibra óptica FTTH para brindar servicios de voz videos y datos para la urbanización los olivos*. Trabajo de grado .Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca Ecuador.

REFERENCIAS ELECTRONICAS

- Abreu M, **Características generales de una red de fibra óptica al hogar (ftth)**
http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_179_CaractersticageneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf
- Capera, E. (s/f). **Tecnologías GPON**, consultadas el 2 julio de 2019 desde:
https://www.academia.edu/5935099/Tecnolog%C3%ADas_GPON_
- Huawei, **FTTx System Overview, Technologic Co, LTD**, Consultada el 1 de Agosto del 2019 desde www.huaweionline.com/fttx/article
- ITU. (2019). **ICT Statistics**, consultado el 3 de agosto de 2019 desde: **World Telecommunication/ICT Indicators Database**.
- Roldos E, **Estudio comparativo de redes gpon y epon**. Consultado el 3 de agosto del 2019 desde <http://www.um.edu.uy>
- Theodoras, J. **Nuevas generaciones** consultada el 4 de agosto del 2019 desde:
<https://www.lightwaveonline.com/fttx/article/16649211/architecting-a-nextgeneration-access-strategy>
- Velasco, B. **Diseño y simulación de una red GPON**, consultada el 15 de agosto del 2019 desde: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19291>.

APENDICE A

Vista Actual



NGN –Nodo EL RECREO

NGN –Nodo EL RECREO parte delantera



NGN –Nodo EL RECREO parte lateral.



**Radio Base Movilnet (R/B Santa Inés)
Sin Gestión**



Almacén Nodal CANTV.

