



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DESARROLLO DE MANUAL INTELIGENTE PARA LA
ESTANDARIZACIÓN EN PROCESOS DE INSTALACIÓN
RESIDENCIAL Y TENDIDOS TRONCALES EN REDES
FTTH EN LA EMPRESA NETUNO, CA, VALENCIA**

Autora:
Karina Bierkamp

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master)



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

**DESARROLLO DE MANUAL INTELIGENTE PARA LA
ESTANDARIZACIÓN EN PROCESOS DE INSTALACIÓN RESIDENCIAL Y
TENDIDOS TRONCALES EN REDES FTTH EN LA EMPRESA NETUNO,
CA, VALENCIA.**

**Trabajo de pasantías presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

Autora: Karina Bierkamp

C.I.: 27.864.598

Tutor: Ing. Gilberto Virguez.

San Diego, Diciembre 2021.



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: Desarrollo de un manual inteligente para la estandarización en procesos de instalación residencial y tridichos troncales en redes FTTH en la empresa NETUNO, C.A Valencia.

Realizado por el (la) Br. Karina Bizarra

C.I. N° 27.864.598 cursante de la carrera de Ingeniería de Telecomunicaciones hace constar después de analizar su contenido y oír la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

Gilberto Díaz
Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Gilberto Díaz
C.I.: 26.416.379

Wilmer Saiz
Jurado
Nombre: Wilmer Saiz
C.I.: 7130496

Agustín Lárez
Jurado
Nombre: AGUSTIN LAREZ
C.I.: 8155922

Fecha: 03/06/2022





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

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN
PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ingeniero Gilberto Virguez, portador de la cédula de identidad N° 26.116.379, en mi carácter de tutor (a) del trabajo de grado presentado por la ciudadana Karina Bierkamp, portadora de la cédula de identidad N° 27.864.598, titulado "DESARROLLO DE MANUAL INTELIGENTE PARA LA ESTANDARIZACIÓN EN PROCESOS DE INSTALACIÓN RESIDENCIAL Y TENDIDOS TRONCALES EN REDES FTTH EN LA EMPRESA NETUNO, CA, VALENCIA" 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 30 días del mes de abril del año dos mil veintidós.

(Firma autógrafa del tutor)

Ing. Gilberto Virguez

C.I: 26.116.379



FI T 001 2022-1CR IP

Valencia, 27 de abril de 2022

Ciudadano:
BIERKAMP BRETO, KARINA ALEJANDRA
27.864.598

Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 3-2022 de fecha 16/02/2022 aprobó el proyecto de grado titulado:

Desarrollo de un manual inteligente para la estandarización en procesos de instalación residencial y tendidos troncales en redes FTTH en la empresa NETUNO, C.A., Valencia.

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero en Telecomunicaciones

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Gilberto Rafael Virguez Arroyo, titular de la cédula de identidad V-26.116.379

Atentamente



Dr. Francisco Gelanzé Sevilla,
Decano de Ingeniería

DEDICATORIA

El presente proyecto de pasantía va dedicado primeramente a Dios por todas las bendiciones, salud y perseverancia que me dio para superar cada obstáculo en el camino para lograr tan anhelada meta.

A mis padres, Luis y Yinett, por todo el amor, trabajo y dedicación durante todos estos años, es su incansable apoyo, consejos, oraciones y palabras de aliento, los que me impulsaron a subir cada peldaño para el logro de mis sueños, por enseñarme que los valores y la preparación académica son los que me abrirán las puertas hacia más oportunidades.

A mi hermano, Kelvin, por motivarme a ser mejor cada día y servirle de ejemplo de que con constancia y resiliencia, todo sueño se puede ver materializado.

A toda mi familia por motivarme a la superación personal, en especial a mis abuelos y tíos, que siempre han estado presentes en cada uno de mis objetivos, impulsándome y alegrándose por cada logro.

A mi novio, Nelson, por toda su comprensión, apoyo incondicional, por ser siempre mi compañero en la universidad, y de corazón también.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a Dios, a la virgen, a San Judas Tadeo y al Dr. José Gregorio Hernández, por permitirme cosechar todas sus bendiciones, salud, paciencia y la sabiduría que tanto les pedía durante todo este recorrido.

A mis padres, por motivarme, por recordarme siempre mis capacidades, por acompañarme en cada desafío de la carrera hasta que me pudiera ir a dormir, gracias por sus sacrificios y todos los valores que infundieron en mí, sin ustedes nada de esto fuese posible. Gracias también a mi hermanito por todas las alegrías y apoyo que me has brindado.

A mi novio, por siempre escucharme, por entenderme y ayudarme a esclarecer mis ideas cuando las dificultades me sobrepasaban, por tu amor, paciencia y soporte.

A la Universidad José Antonio Páez, y todos sus docentes por todos los conocimientos impartidos, en especial a mi tutor Gilberto Virguez por sus consejos, apoyo, y toda la preparación académica que me concedió.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I. LA EMPRESA	
1.1 Descripción de la empresa.....	3
1.1.1 Ubicación	4
1.1.2 Visión	4
1.1.3 Misión	4
1.1.4 Políticas.....	4
1.2 Reseña Histórica De La Empresa	4
1.3 Estructura Organizativa de la Empresa	6
1.4 Descripción del Departamento	6
1.5 Descripción General Del Proceso Productivo	7
1.6 Descripción De Los Servicios	7
II. EL PROBLEMA	
2.1 Planteamiento del Problema	8
2.2 Formulación del Problema	10
2.3 Objetivos de la Investigación	10
2.3.1 Objetivo General	10
2.3.2 Objetivos Específicos.....	10
2.4 Justificación de la Investigación.....	11
2.5 Alcance De La Investigación.....	12
2.6 Limitaciones De La Investigación.....	13

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes	14
3.2 Bases teóricas	17
3.2.1 Fibra óptica.....	17
3.2.2 Principio de funcionamiento y composición.....	18
3.2.3 Fibras monomodo y multimodo. Características	21
3.2.4 Red de telecomunicaciones	24
3.2.6 Elementos de una red FTTH	30
3.2.7 Instalación de fibra óptica	36
3.2.8 Instrumentos para la certificación de funcionamiento	41
3.2.9 ¿Qué es un lenguaje de programación?.....	42
3.2.10 Paradigmas de programación	43
3.2.11 Tipos de aplicaciones móviles	44
3.2.12 Diseño o usabilidad web	45
3.2.13 Psicología del color	46
3.3 Bases legales.....	46
3.4 Definición de Términos Básicos	47

IV. MARCO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de Investigación	49
4.2 Diseño de la investigación.....	49
4.3 Nivel de la Investigación	49
4.4 Población y muestra	50
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	50
4.6 Técnicas de Análisis de Datos.....	52
4.7 Fases Metodológicas	52

V. RESULTADOS

5.1 Contextualización de las fallas más recurrentes en los procesos de instalación de redes FTTH.....	54
---	----

5.1.1 Describir los tipos de fallas más frecuentes en las etapas de diseño e instalación de las redes.....	54
5.1.2 Calificar los niveles de afectación de la red, por causa de errores cometidos en su respectiva elaboración.	60
5.2 Definición en base a estándares internacionales, los métodos para optimizar los procesos de instalación de redes FTTH.....	64
5.2.1 Seleccionar en base a las fallas recurrentes diagnosticadas, los estándares internacionales dictados por instituciones en la materia, que rijan los procesos de instalación correctos en redes FTTH.....	65
5.2.2 Elaborar una lista con aspectos claves que regirán los métodos óptimos para cada etapa dentro de la construcción de la red.	73
5.3 Selección del software indicado para el desarrollo de la interfaz gráfica del manual.	80
5.3.1 Delimitación del plan de alcances y competencias de la interfaz.	81
5.3.2 Elaboración de matriz FODA con las propuestas de lenguajes de programación para el desarrollo del aplicativo.	83
5.3.3 Elegir el software más favorable que permita el logro de los objetivos, alcances y competencias establecidas para el manual inteligente.....	91
5.4 Evaluación del manual sobre la base del juicio de expertos y sus usuarios.	101
5.4.1 Identificar las variables en la construcción e instalación de redes FTTH que se verían mejoradas al momento de hacer uso del manual.	102
5.4.2 Realizar una encuesta al personal calificado sobre el cumplimiento de los parámetros descritos para la optimización de las redes, y la eficiencia del manual en los mismos.	103
CONCLUSIONES.....	119
RECOMENDACIONES.....	121
REFERENCIAS	122
ANEXOS	126

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pág.
1. Logotipo de NETUNO, C.A.	3
2. Estructura Organizativa de NETUNO,C.A.	6
3. Núcleo y revestimiento de la fibra óptica.	19
4. Ley de Snell.....	20
5. Cono de aceptación de luz en la fibra.	21
6. Fibra monomodo y multimodo y su propagación.	24
7. Arquitectura de una red PON.....	26
8. Diseño de red Ethernet vs. Diseño de red GPON.	29
9. Red FTTH	29
10. Esquema de Red FTTH GPON.....	30
11. OLT	30
12. NAP.....	31
13. Splitter.....	32
14. Pérdida promedio por inserción de splitter	32
15. FLAT DROP de fibra ADSS.	33
16. Código de colores para hilos de fibra óptica.	33
17. Conector ST.	34
18. Conector SC.	34
19. Conector LC.....	34
20. Conector FC.	35
21. Conector MPO/MPT.	35
22. Cable de fibra óptica enterrado.	37
23. Conductos y subconductos.....	38
24. Conductos y tanquillas VGT.....	39
25. Ejemplo de tendido vertical en edificio.	40
26. Empalmadora por fusión.	41
27. OTDR.....	42

28. Diagrama de flujo: Etapas de un proyecto FTTH en el departamento de operaciones de la empresa NetUno, C.A.	56
29. Diagrama de Ishikawa.....	61
30. Diagrama de Pareto: Fallas más frecuentes en las redes FTTH.....	63
31. Recomendación ITU-T G.911x.....	69
32. Código de colores TIA-598C.....	71
33. Uso a nivel mundial de Teléfonos vs. Computadoras Vs Tablets.....	84
34. Estadística de uso de dispositivos a nivel mundial.	84
35. Estadística de los sistemas operativos más usados a nivel mundial.....	84
36. Análisis FODA para PHP.....	86
37. Análisis FODA para JAVA.....	87
38. Análisis FODA para JAVASCRIPT.	88
39. Análisis FODA para HTML.....	89
40. Análisis FODA para C++.....	89
41. Análisis FODA para C#.	90
42. Análisis FODA para Ruby.	90
43. Estructura del sitio web en computadoras.....	93
44. Estructura del sitio web en dispositivos móviles.	94
45. Index del sitio web.	95
46. Sección de Levantamiento.	95
47. Sección de Diseño.	97
48. Sección de Instalación.....	98
49. Sección de Certificación.	99
50. Sección de Optical Decisions.....	100
51. Ejemplo Plan de Acción arrojado por Optical Decisions.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	Pág.
1. Tabla de frecuencias de fallas descritas según una muestra de 16 empleados entrevistados más la observación directa de la investigadora.	62
2. Asignación de estándares a cada falla.	73

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO	Pág.
1. Resultados de pregunta 1 de la entrevista.	104
2. Resultados de pregunta 2 de la entrevista.	105
3. Resultados de pregunta 3 de la entrevista.	105
4. Resultados de pregunta 4 de la entrevista.	106
5. Resultados de pregunta 5 de la entrevista.	107
6. Resultados de pregunta 6 de la entrevista.	107
7. Resultados de pregunta 7 de la entrevista.	108
8. Resultados de pregunta 8 de la entrevista.	109
9. Resultados de pregunta 9 de la entrevista.	109
10. Resultados de pregunta 10 de la entrevista.	110
11. Resultados de pregunta 11 de la entrevista.	111
12. Resultados de pregunta 12 de la entrevista.	111
13. Resultados de pregunta 13 de la entrevista.	112
14. Resultados de pregunta 14 de la entrevista.	113
15. Resultados de pregunta 15 de la entrevista.	113
16. Resultados de pregunta 16 de la entrevista.	114
17. Resultados de pregunta 17 de la entrevista.	114
18. Resultados de pregunta 18 de la entrevista.	115
19. Resultados de pregunta 19 de la entrevista.	115
20. Resultados de pregunta 20 de la entrevista.	116
21. Resultados de pregunta 21 de la entrevista.	116
22. Resultados de pregunta 22 de la entrevista.	117
23. Resultados de pregunta 23 de la entrevista.	117



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

**DESARROLLO DE MANUAL INTELIGENTE PARA LA
ESTANDARIZACIÓN EN PROCESOS DE INSTALACIÓN RESIDENCIAL Y
TENDIDOS TRONCALES EN REDES FTTH EN LA EMPRESA NETUNO,
CA, VALENCIA.**

Autor: Bierkamp B. Karina A.

Tutor: Ing. Gilberto Virguez.

Fecha: Diciembre 2021

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se deriva de la problemática existente en la empresa NETUNO, C.A donde se presenta la necesidad de contar con un proceso sistematizado de instalaciones de fibra en redes FTTH, que genere confiabilidad de la red, puesto que frecuentemente llegan a presentarse fallas que se argumentan en errores ocurridos en el momento de sus instalaciones, como un incorrecto manejo de la fibra, el uso del tipo inadecuado de la misma según el entorno, distancias, y equipos terminales, empalmes o conectores mal realizados, lo que trae como consecuencia retardos en la finalización de cada contrato, niveles de potencia y atenuación óptica poco eficientes que alteran la velocidad de transmisión, además de dificultar el crecimiento en más zonas de cobertura. Es por ello que el trabajo de investigación centrará su objeto de estudio, en desarrollar un manual para la estandarización y optimización de los procesos de instalación residencial y tendidos troncales en las redes FTTH de la empresa NETUNO, CA, que permita solucionar las problemáticas planteadas, permitiendo un mayor control de producción, seguridad, calidad de servicio y expansión. De esta manera, el proyecto de investigación se encuentra dentro del modelado de un proyecto factible, bajo los lineamientos de un tipo de investigación documental a nivel descriptivo, con técnicas de recolección de datos basada en la observación directa y entrevista no estructurada, bajo la línea de investigación de Avances tecnológicos en tecnologías de información y comunicación.

Palabras clave: FTTH, sistematización, potencia, atenuación, óptica, estandarización, troncal, calidad de servicio

INTRODUCCIÓN

Las telecomunicaciones constituyen la columna vertebral de todas las tecnologías actuales, posibilitando comunicaciones entre cualquier tipo de dispositivo, y a distancias inimaginables hace tan solo unos años. Con el uso de la fibra óptica, se ha innovado en las velocidades de comunicaciones. Y en Venezuela, de la mano de empresas líderes en telecomunicaciones como NETUNO, C.A se comenzó a implementar la fibra hasta el hogar FTTH, basada en estándares de tecnología GPON.

Estas redes están a la vanguardia de las telecomunicaciones a nivel mundial, por consecuente, ha aumentado la demanda en todo el sector, haciendo que los clientes migren de las antiguas redes de cable coaxial (HFC), hacia las ya nombradas redes FTTH. Ante esta situación, NETUNO, C.A, ha tenido innumerables nuevos contratos y ha logrado expandirse, sin embargo, es importante acotar que este modelo además de sus grandes prestaciones, presenta mucha sensibilidad en los procesos de manejo, por las características inherentes a la fibra óptica, y los demás elementos que lo conforman.

Lo anterior provoca que ocasionalmente se presenten fallas en los tendidos de la misma, incursionando en cortes de conectividad, pérdida de potencia óptica, desperdicio de materia prima, retrasos en la finalización de contratos, y disminución de capacidades de expansión a más áreas de cobertura. En este sentido, NETUNO, C.A se ve en la necesidad de automatizar los procesos que se llevan a cabo en las instalaciones de las redes de fibra hasta el usuario, para lo cual se propone el desarrollo de un manual para la estandarización en procesos de instalación residencial y tendidos troncales en redes FTTH.

Permitiendo que mediante estándares internacionales sea una guía precisa que contemple todas las variables que potencialmente puedan afectar la calidad de servicio que se le brinda al cliente, la eficiencia de la empresa, y el manejo de los

recursos. Es así como con lo previamente establecido, el presente informe de pasantías está dividido en cinco capítulos, con el fin de cumplir las normativas establecidas por la Universidad José Antonio Páez, estos capítulos se describen a continuación:

Capítulo I: Donde se describe la empresa, su misión, visión, sus políticas e historia, y a su vez se describe el departamento donde se realizará el estudio, su proceso productivo y los productos derivados del mismo.

Capítulo II: Referido al problema en cuestión, y abarca su planteamiento, que expone detalladamente la problemática a estudiar durante el curso de la investigación, sus objetivos generales y específicos, cuya misión es solventar el problema existente, la justificación, que aporta credibilidad al problema, y el alcance y limitaciones que se presentan para su desarrollo.

Capítulo III: Llamado Marco Teórico, en dicho capítulo se sustentan las bases de la investigación, pues se analizan los antecedentes del proyecto, las bases teóricas y bases legales que sustentan el trabajo de investigación, y a su vez se contempla la definición de los términos básicos que conforman el trabajo de investigación.

Capítulo IV: Referido al Marco Metodológico, en este capítulo se sustentara como se realizara la investigación, bajo qué tipo de metodología, especificando el nivel y los instrumentos de recolección de datos, en concordancia con los objetivos que se persiguen

Capítulo V: Llamado Aspectos Administrativos, este capítulo se refiere a los recursos y el tiempo destinados al desarrollo y ejecución del proyecto.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1 Descripción de la empresa

La empresa NETUNO, C.A, está dedicada al área de las telecomunicaciones ofreciendo servicios como TV por cable, telefonía, e Internet de banda ancha, todos basados en dos tipos de tecnología, redes HFC (Hybrid Fiber-Coaxial) y redes sustentadas completamente en fibra óptica, conocidas como FTTH (Fiber To The Home) o FTTO (Fiber To The Office) para los casos de contrataciones corporativas. Esta empresa de telecomunicaciones ha logrado destacarse en el ámbito nacional alrededor de los principales estados del país, contando con diversas sedes en cada uno de ellos.

La sede principal de Valencia, la segunda en el país después de Caracas, se encuentra ubicada en El Viñedo, estado Carabobo, es un edificio de cuatro pisos donde se reparten los distintos departamentos que hacen posible las funciones y procesos de producción, con área de ventas, administración, soporte, y el departamento de operaciones el cual comprende las funciones que se explicaran más adelante. Actualmente NETUNO contempla las metas a corto y mediano de plazo de consolidarse como empresa líder en telecomunicaciones de Venezuela, con un alto rendimiento de sus redes, una gran factibilidad y áreas de cobertura exponencialmente mayores alrededor de diversos sectores del país. Ver Figura 1 para el logotipo de la empresa.



Figura 1. Logotipo de NETUNO, C.A.

Fuente: <https://www.netuno.net.ve/>

1.1.1 Ubicación

Urb. El Viñedo, Av. Carlos Sanda, Edif, Oficenter.

1.1.2 Visión

Comunicar a la gente con soluciones excepcionales que mejoren su vida.

1.1.3 Misión

NETUNO, C.A se define como una empresa de telecomunicaciones proveedora de servicios que facilita el acceso a la información y el entretenimiento. Su capital humano, capacitado y comprometido, está orientado a superar las expectativas de sus clientes con atención personalizada, altos estándares de calidad y tecnología de vanguardia.

Adoptando una conducta responsable con el entorno y creando valor a la empresa.

1.1.4 Políticas

La empresa cuenta con políticas de seguridad y salud laboral basadas en la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo, estableciendo normativas de seguridad en el manejo de herramientas potencialmente peligrosas, e instruyendo a los trabajadores sobre el comportamiento requerido para evitar situaciones que pongan en peligro la integridad de la salud y vida de ellos mismos. De esta manera, se establecen lemas básicos de seguridad laboral:

- ✓ Todos los accidentes deben prevenirse desde el reconocimiento de los riesgos implícitos en las actividades laborales, convirtiéndose en una obligación social irrevocable de todos los empleados de la empresa.
- ✓ Se deben erradicar las posibles causas de accidentes laborales.
- ✓ Es un deber promover la salud de cada trabajador.
- ✓ Es obligatorio el correcto uso de las herramientas de bioseguridad.

1.2 Reseña Histórica De La Empresa

CABLETEL, se inicia en Caracas en 1993 de una asociación de la compañía COMSAT, tercera de televisión por cable en USA y cable CORP-TV, empresa que pertenece al grupo ZUBILLAGA. Para ese mismo año ya CABLETEL cumple con los requisitos impuestos por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, de modo que, para abril de 1994 se inicia el reclutamiento de personal y la puesta en marcha

del proyecto. Se establece la sede principal en las Mercedes, Caracas, donde comienza sus operaciones, mudándose poco después a la sede de la Urbina y se comienza a consolidar la estructura organizativa. Para finales de 1994, CABLETEL construye el “HEAD-END” en la Urb. Los Naranjos del Cafetal en Caracas, y comienza sus operaciones de construcción.

Finalmente en el mes de julio de 1995 se activaron los suscriptores residenciales de esa zona, dando inicio a la construcción que enlazaría Los Naranjos con el centro de la ciudad, llegando a Parque Central en septiembre de ese año, y consiguiendo para 1996 extender su infraestructura hacia más zonas de Caracas. Luego, en 1997 se crea el consorcio VENINFOTEL, figurando como principal soporte financiero, en octubre de ese año se abren operaciones en las ciudades de Valencia, Maracay y Barquisimeto. Luego de que en 1998 se adquirieran las empresas Audio Video Londres, Eco-Andina y TV Cable Orión, finalmente, VENINFOTEL adquiere en Caracas, NETUNO, CA.

Para el 30 de abril de 2001, se realizó una reunión a nivel nacional de las empresas que pertenecían a VENINFOTEL, reunión que tenía por objetivo anunciar que a partir de esa fecha, el mercado iba a reconocer a este grupo de empresas bajo una sola razón social, llamada NETUNO, C.A, motivado a la liberalización de las telecomunicaciones Venezuela y con la habilitación general otorgada por CONATEL (Comisión Nacional de Telecomunicaciones), quedando autorizada para ofrecer servicios de telefonía nacional e internacional, pasando a ser una empresa de telecomunicaciones integrales de Venezuela, en la cual convergen los servicios de telefonía básica.

Entonces, a partir del 2001 se empezaron a ofrecer servicios que de forma progresiva han ido aumentando tanto en servicios como en la calidad de las tecnologías que implementan para ofrecerlos, siendo la calidad de servicio la constante en los años transcurridos, hasta que actualmente la empresa ha logrado no solo expandirse a las principales ciudades del país sino también en la cantidad y calidad de servicios que oferta.

1.3 Estructura Organizativa de la Empresa

Según Chiavenato (2004) “la estructura organizacional son los patrones de diseño para organizar una empresa, con el fin de cumplir las metas propuestas y lograr el objetivo deseado”. Haciendo necesario acotar que cada empresa es diferente y puede adoptar la estructura organizacional que más se adapte a sus prioridades, necesidades, y tipo de planeación y producción, de forma que responda a sus objetivos según su área de desempeño económico, edad, tamaño, sistema de producción y organización. En NETUNO, C.A, la estructura organizativa se encuentra repartida como se muestra en la figura 2.

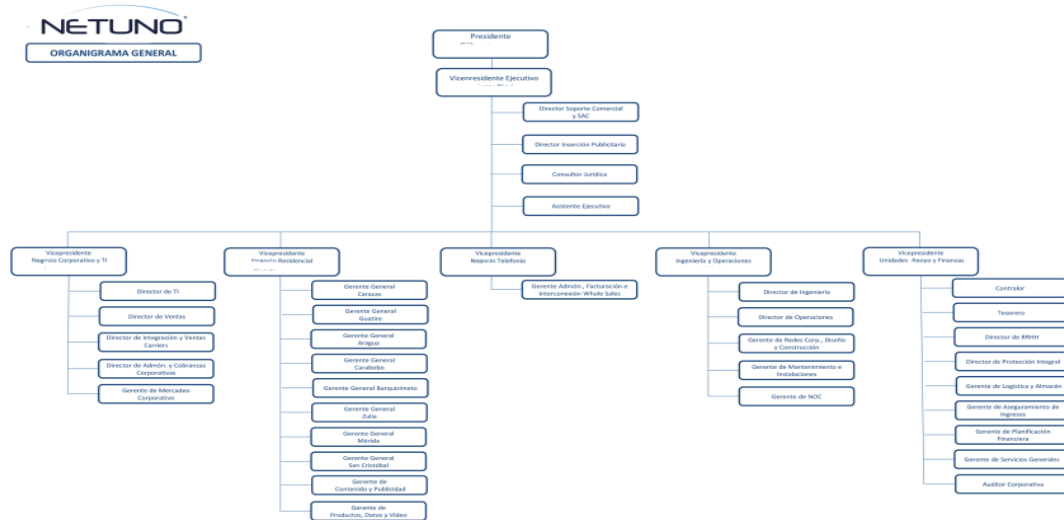


Figura 2. Estructura Organizativa de NETUNO, C.A.

Fuente: NETUNO, C.A

1.4 Descripción del Departamento

El departamento de operaciones de la empresa NETUNO, C.A se encuentra dividido en las áreas de diseño, construcción, instalación, IP-WAN, soporte y ventas, encargándose así de las actividades que van desde localizar de la mano de los empleados de ventas, las zonas donde se pudiese extender las áreas de cobertura, para el posterior diseño de las redes, desde los tendidos troncales, la creación de nodos, mangas y ubicación de todas las NAP de distribución y usuario, para su posterior construcción de la mano de la propia empresa o con contratistas calificados que despliegan todo el cableado de la fibra óptica apoyándose en los planos generados y digitalizados por los encargados del diseño de la red, además de crear las direcciones

lógicas con IP-WAN, y finalmente, corresponde la etapa final al personal técnico dedicado a las instalaciones en cada zona residencial o ente corporativo que contrate los servicios, siendo asistidos por el área de soporte.

1.5 Descripción General Del Proceso Productivo

NETUNO, C.A es una empresa proveedora de soluciones excepcionales en comunicaciones líderes en el mercado Venezolano. Opera de forma efectiva servicios de transmisión de voz, video y datos, servicios de telefonía básica, larga distancia nacional e internacional además de acceso a contenido para el mercado corporativo. Simultáneamente ofrece para el mercado residencial televisión por cable, Internet por cable y servicios de telefonía básica, larga distancia nacional e internacional, sustentados en una red digital de fibra óptica desplegada en las principales ciudades del país, que, junto con softwares propios de la empresa para el monitoreo de los niveles de las redes, y la experiencia del personal calificado, le permite a la empresa mantener un alto nivel de rendimiento.

1.6 Descripción De Los Servicios

En entornos residenciales:

- Telefonía fija.
- Televisión por cable con diversos planes.
- Internet con planes que van desde los 4Mbps hasta los 200Mbps con cobertura en las principales ciudades del país.

En empresas:

- Telefonía fija, con dos opciones: líneas Masteruno, líneas comerciales.
- Transmisión de datos.
- Televisión, ofrece los planes TV Básico y TV Premium.
- Internet corporativo, con 3 opciones de servicio: Internet Banda Ancha, Internet dedicado, Internet dedicado FTTO.
- Inserción publicitaria.

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1 Planteamiento del Problema

A lo largo de la evolución de las telecomunicaciones se ha experimentado con numerosas tecnologías para la transmisión de información, utilizando diferentes medios para la propagación de las señales, siendo la fibra óptica el instrumento de comunicación cableada con más auge hasta la fecha, la cual se ha vuelto factor crucial en la transmisión de grandes volúmenes de datos a largas distancias y con velocidades muy eficientes de hasta cientos de megabits por segundo (Mbps). Desde su entrada al mercado comercial en los años 70 hasta la actualidad, se han ido mejorando sus capacidades, hasta el punto de ser el principal medio utilizado en empresas de telecomunicaciones, primariamente en servicios como Internet, redes de datos, y TV por cable, gracias además de sus velocidades y ancho de banda, a su capacidad de disminuir casi en su totalidad las interferencias causadas por radiofrecuencia.

En Venezuela, se ha podido incrementar la conectividad a Internet con mejores velocidades gracias al despliegue de fibra óptica, que, según El Diario, la empresa NETUNO, CA ha sido precursora en este avance, sin embargo, se acota que para que pueda seguir creciendo y expandiéndose a más áreas de cobertura, será necesario evaluar los tendidos de las fibra aéreas y subterráneas y el mantenimiento preventivo de todas las instalaciones para garantizar la calidad de servicio.

Es así como la empresa NETUNO, CA se ve en la necesidad de mejorar algunas variables que se manejan en los procesos de instalación de las redes FTTH residenciales y troncales. Las redes FTTH cuentan con tres partes principales: la sala de equipos o

central, la red de distribución óptica (ODN) y la conexión/equipos en los locales de los usuarios, donde todas deben estar interconectadas por medio de fibra óptica, y con rigurosas normativas según varios factores como tipo de terreno, si la instalación es área o subterránea, los tipos de conectores, entre otros, para poder garantizar el correcto funcionamiento de la red.

De lo anterior es importante comprender que para el manejo e instalación de cualquier red que posea fibra óptica, es necesario un personal capacitado en el área, y los equipos ópticos precisos para la medición. Pero no se queda allí, un factor fundamental al trabajar con este tipo de medio es que se sigan protocolos de instalación, desde la elección del tipo de fibra y conectores, el tratamiento que se le dé a la misma antes de empezar la instalación, pasos a seguir para instalar correctamente, las características técnicas que debe cumplir la fibra, así como las correspondientes pruebas de garantía de funcionamiento de la red después de la respectiva instalación, aspectos que son causa de las fallas en las redes FTTH de la empresa NETUNO, CA, Valencia.

De hecho, debido al exponencial crecimiento de usuarios, la empresa tiene que cubrir una demanda de generación de nuevas redes, o expansión de las ya existentes, lo cual, en ocasiones, suele evidenciarse en fallas presentes en las instalaciones de las redes de fibra óptica, ya sea por los empalmes de la fibra, por los abonados, las OLT, o en los propios usuarios finales, sin embargo, evaluando las variables, se ha observado que el personal técnico está lo suficientemente capacitado, el diseño de redes es óptimo y los instrumentos utilizados son los requeridos, sin embargo, existe una variable adicional que puede ser la pieza clave, la ausencia de un protocolo, o proceso estandarizado que permita un mayor control o guía sobre la instalación de las redes, o solución de las fallas.

Lo anterior puede incurrir en un manejo poco eficiente en la forma de instalación o solución de fallas, al punto de que dificulte el constante crecimiento actualmente demandado, para lo cual la empresa enfatizó la necesidad de desarrollar un manual de fácil uso, que sirva de guía instructiva en el proceso de estandarización al momento de que el personal técnico calificado proceda a la

instalación o construcción de las redes residenciales y tendidos troncales de FTTH, basándose en estándares internacionales y nacionales dictados por instituciones calificadas en el área, como el IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, en español, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) o ITU (International Telecommunication Union, en español, Unión Internacional de Telecomunicaciones) por nombrar algunas, con el objetivo de garantizar una instalación eficiente y por consiguiente, un funcionamiento óptimo de las redes y servicios sustentados en FTTH, dando cabida a la satisfacción de la creciente demanda actual, así como también, a proporcionar mejoras en las corrección de posibles fallas.

2.2 Formulación del Problema

Ante esta realidad se propone el siguiente trabajo de investigación para dar solución al siguiente problema: ¿Cómo disminuir las fallas más frecuentes en los procesos de instalación de redes residenciales y tendidos troncales FTTH, para la empresa NETUNO, CA?

2.3 Objetivos de la Investigación

2.3.1 Objetivo General

Desarrollar un manual para la estandarización y optimización de los procesos de instalación residencial y tendidos troncales en las redes FTTH de la empresa NETUNO, CA, ubicada en Valencia estado Carabobo.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Contextualizar las fallas más recurrentes en los procesos de instalación de redes FTTH.
- Definir en base a estándares internacionales, los métodos para optimizar los procesos de instalación de las redes FTTH.
- Seleccionar el software indicado para el desarrollo de la interfaz gráfica del manual.

- Evaluar el manual sobre la base del juicio de expertos y sus usuarios.

2.4 Justificación de la Investigación

Actualmente las telecomunicaciones se han convertido en uno de los grandes motores de la sociedad moderna, y en NETUNO, CA, se tiene como objetivo primordial ofrecer servicios que además de garantizar contenido, comunicaciones y conexión ininterrumpida y con altos estándares, también garantizan calidad de vida a todos los usuarios, siendo sustento de esta nueva necesidad de comunicación constante, y se entiende que para lograr esos objetivos es fundamental contar con el personal, infraestructura y equipos calificados, así como también, con procesos de operación que se vean guiados por estar a la altura de estándares internacionales en materia de las telecomunicaciones.

Teniendo en cuenta que el servicio FTTH es uno de los productos principales que ofrece la empresa, no solo a otras corporaciones, sino también a hogares, se ha procurado estudiar cada aspecto que se sigue en materia de diseño, planificación, construcción e instalación de estas redes, evidenciando que existen fallas notables en la instalación de las mismas que provocan ocasionalmente la desconexión del servicio, baja de velocidad en la transmisión de los datos, colapso, o atenuación de las señales, ya sea en los abonados, en las líneas troncales, en las OLT (Optical Line Terminal), las NAP (Network Access Point), o inclusive en la propia fibra óptica, y visto el impacto indeseado que esto tiene sobre la calidad de servicio, resulta útil hacer un estudio específico de las causas de estas fallas, reflejando la ausencia de instrucciones o protocolos específicos que guíen los procesos del antes, durante y después de las instalaciones. Lo anterior se argumenta en base a que la fibra óptica requiere un cuidado especial durante su instalación para asegurar su buen funcionamiento.

Deben seguirse instrucciones de instalación respecto al radio de curvatura mínimo para no provocar daños internos que en muchos casos es imperceptible hasta que no queda más solución que volver a realizar el tendido del cable, no exceder la distancia máxima para evitar que se produzca más atenuación de la prevista, las cargas de tracción, la torsión, la compresión o el aplastamiento de los cables. Deben protegerse los conectores de los cables de la contaminación y los rasguños en todo momento, además de utilizar técnicas de tendido adecuadas según el medio donde se vayan a instalar, cuidar la forma de limpieza de los cables, y los materiales que se destinen para eso, además de definir la terminación más adecuada para el cable y las herramientas usadas para eso, y por supuesto, las pruebas adecuadas de campo que garanticen que la instalación fue exitosa y no se presenta ningún tipo de falla o inconveniente.

Con base a las razones expuestas anteriormente, y con el objetivo de mejorar las operaciones, mitigar fallas presentes y futuras, y poder satisfacer la demanda de más usuarios con una alta calidad de servicio en las redes, resulta de gran utilidad proponer el desarrollo de un manual instructivo fácil de manipular y accesible para el público, que sirva de guía para el personal técnico, en los procesos de instalación de las redes residenciales y tendidos troncales de tecnología FTTH de la empresa NETUNO, CA, en Valencia, resaltando también la utilidad de la investigación como base para el aprendizaje en materia de FTTH para los estudiantes de la Universidad José Antonio Páez.

2.5 Alcance De La Investigación

Se espera desarrollar un proyecto factible con el objetivo de realizar un manual instructivo basado en estándares internacionales en materia de instalación de las redes residenciales y tendidos troncales FTTH en la empresa NETUNO, CA, Valencia. Apoyando la investigación en las bases teóricas proporcionadas en la Universidad, libros de texto, documentos de instituciones especializadas en el área, y asistencia técnica e informativa por parte de los trabajadores del departamento donde se realizarán las pasantías.

2.6 Limitaciones De La Investigación

Surge como principal limitante que el tiempo disponible en la empresa son solo 12 semanas, además de que los trabajadores no siempre tendrán disponibilidad, además de que no hay documentación suficiente en los registros de los procesos llevados a cabo durante las instalaciones de las redes en cuestión.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

Daros (2002), señaló que “un marco teórico es lo que encuadra, contiene, ubica y hace relevante el sentido del problema. Una teoría, en cuanto permite describir, comprender, explicar e interpretar los problemas, les da a los mismos un marco”. Así mismo, se comprende que son las teorías de conocimiento las que ayudan a encuadrar el problema dentro de un análisis de investigación, que orienta al perfeccionamiento de las preguntas de estudio, a la selección de los métodos para medir las variables y el análisis de los resultados.

3.1 Antecedentes

Con el propósito de estructurar el presente capítulo y dar forma a la investigación, Tamayo (2012) afirma que: “Todo hecho anterior a la formulación del problema que sirve para aclarar, juzgar e interpretar el problema planteado constituye los antecedentes del problema”. De forma tal, que a continuación se presentan citas de investigaciones anteriores que guardan una estrecha relación con la propuesta planteada.

En primera instancia, Pérez, E. (2019) en su trabajo de postgrado “**Factibilidad de convergencia de redes de acceso de próxima generación en redes FTTx usando tecnología de la familia xPON sobre redes heredadas**” para optar por el título de Especialista en Telecomunicaciones, de la Universidad Católica Andrés Bello, Venezuela, establece como objetivo general analizar la factibilidad de redes de acceso de próxima generación (NGA) en redes FTTx usando tecnología XPON sobre redes heredadas que garanticen mejoras en la velocidad y ancho de banda. Esta investigación de campo, del tipo descriptiva, arrojó como resultado que en

Venezuela, para el momento, se estimaban aproximadamente más de 24 mil km de tendido de fibra óptica en todo el país, sirviendo como eje transversal para el desarrollo productivo de Venezuela y permitiendo la interconexión de todas las empresas de telecomunicaciones que hacen vida en el país.

Además de concluir con la recomendación de que, si siguieran las normas establecidas de seguridad, instalación y mantenimiento de estas redes ópticas pasivas, y tomando en cuenta diversos factores de oferta y demanda, las inversiones en materia de redes ópticas pasivas serían un proyecto factible que permitiría la expansión de servicios de telecomunicaciones a altas velocidades en gran parte del país.

De igual manera, Chayña, J. (2017), en su trabajo de grado “**Diseño de una red de acceso FTTH utilizando el estándar GPON para la empresa AMITEL S.A.C, Puno**” para optar por el título de Ingeniero Electrónico en la Universidad Nacional del Altiplano, Perú, establece como objetivo general diseñar una red de acceso FTTH utilizando el estándar GPON para empresa AMITEL S.A.C., Puno. Investigación que concluyó con que la tecnología FTTH es la mejor opción para desplegar redes de acceso, pero se deben considerar las limitaciones de la misma según los parámetros que exigen los estándares de cada país, e internacionalmente también, ya sean los vigentes como los de versiones pasadas, recomendando específicamente que se revisen las hojas de datos de los fabricantes, a modo de que se logre una perfecta armonía entre los estándares y los recursos a utilizar, de igual manera recomendó el uso de los equipos de certificación adecuados que ayuden a medir los parámetros necesarios en cada segmento de red, a manera de obtener un diseño confiable en su implementación y operación.

Ahora bien, en tercer lugar se destaca, Torres, M. (2016), con su trabajo de investigación titulado “**Análisis y resolución de fallas en la instalación y operación de una red GPON de fibra a la casa**” para optar por el título de Ingeniero en Telecomunicaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México, teniendo

como objetivo principal sentar las bases de una metodología exitosa de implementación de enlaces de fibra óptica hasta los hogares, que pueda ser complementaria a algunos estándares y/o recomendaciones de organizaciones como la IEEE o la ITU, en el cual, se evidencian una serie de instrucciones que facilitarían el correcto manejo de las fibras y de su instalación: (a) Comprobar la integridad física de la fibra, preferiblemente con un OTDR, (b) Inspeccionar la integridad de los conectores, que no cuenten con ningún desperfecto ni tipo de suciedad, sugiriendo el uso del microscopio óptico, (c) Asegurar el estado de operación del equipo midiendo parámetros como potencia de entrada y salida, atenuación, ancho de banda, longitudes de onda y otros parámetros relacionados con la transmisión.

En la investigación, Torres concluye, con que hay diversas formas de complementar técnicas de instalación, mantenimiento de redes y solución de fallas con estándares como el a 1904.1 de la IEEE, para garantizar que los proveedores puedan ofrecer una excelente calidad de servicio y cubrir las crecientes demandas de Internet por fibra óptica hacia más zonas de cobertura, y con un volumen amplio de usuarios.

Y finalmente, Frontado, L. y Goatache, L (2011), en su trabajo especial de grado **“Diseño de la ingeniería física y lógica de una red de fibra óptica en el tramo Caracas-Valencia”** para optar por el título de Ingeniero de Telecomunicaciones en la Universidad Católica Andrés Bello, Venezuela, establece como principal objetivo diseñar una red de fibra óptica para interconectar las ciudades de Caracas y Valencia, utilizando mecanismos de redundancia física y lógica que garanticen un alto nivel de confiabilidad. Concluyendo con que en el diseño de una red de altos índices de sensibilidad como lo son las de fibra óptica, es conveniente hacer uso del concepto de escalabilidad, para poder incrementar el rendimiento de dicha red sin necesidad de rediseñarse, pero para poder ejecutarlo es necesario seguir las recomendaciones y estándares de la IEEE e ITU en cuanto a los correctos procesos y técnicas de instalación de las redes de fibra, para no solo garantizar la funcionalidad eficiente del

sistema, sino también para cubrir grandes distancias geográficas y cubrir la demanda necesaria.

3.2 Bases teóricas

Según Pérez, (2006), las bases teóricas son "el conjunto actualizado de conceptos, definiciones, nociones, principios que explican las teorías principales del tópico a investigar", y en función de eso, se procede a explicar a continuación algunos términos y procesos necesarios para el entendimiento de las bases de la propuesta.

3.2.1 Fibra óptica

Las telecomunicaciones, como todo desarrollo, ha sido fruto de múltiples descubrimientos e inventos en el área de la ciencia, y la fibra óptica no es la excepción, al describir su historia, se pudiese empezar muy atrás, cuando a finales del siglo XIX el físico irlandés John Tyndall descubrió que la luz puede viajar a través del agua al curvarse por reflexión interna, y en base a estas ideas, el físico indio Narinder Kapany, conocido como el padre de la óptica, diseñó y fabricó un cable de vidrio capaz de transportar luz con apenas unas pocas perdidas, al que más tarde llamó fibra óptica, sin embargo, aquellas fibras tenían un problema, la luz se disipaba y no lograba cubrir distancias mayores a 9 metros.

Es entonces, en 1960 con el desarrollo del láser, que se retoma la posibilidad de utilizar la luz como soporte de comunicaciones fiables y de alto potencial de información, debido a su elevada frecuencia portadora (1×10^{14} Hz), pero definitivamente, el estudio que marcó un antes y después en el uso de esta tecnología fue el que hicieron Kao y Hockman (1966), en el cual se señalaba que la atenuación observada hasta entonces en las fibras de vidrio, no se debía a mecanismos intrínsecos sino a impurezas originadas en el proceso de fabricación. A partir de allí, se hicieron muchas modificaciones en los materiales utilizados y en los procesos de pulido, para hacerlo mucho más meticuloso y controlado, ya para 1970 Corning, Inc desarrolló la primera fibra óptica comercial, hasta llegar a las fibras actuales.

Las fibras ópticas involucran la transmisión de información mediante luz a lo largo de fibras transparentes hechas de vidrio o plástico, tan finas como un cabello humano. Una fuente de luz modula un diodo emisor de luz (LED) o un láser, que se enciende,

apaga o varía de intensidad, de tal manera que logra representar la señal eléctrica de entrada que contiene la información. Básicamente el proceso ocurre gracias a que la luz modulada se acopla a la fibra propagándose a través de ella, gracias a un fenómeno que se detallará más adelante, y en el lado opuesto un detector óptico recibe la señal modulada y actúa como transductor óptico-eléctrico, transformándola en una señal eléctrica idéntica a la de la entrada.

3.2.2 Principio de funcionamiento y composición

Es preciso iniciar indicando que, según Louis De Broglie, y sus estudios de 1924, la luz es una onda-partícula, es decir, que se puede considerar una onda electromagnética, por lo tanto pertenece al espectro electromagnético, específicamente constituyendo lo que es la luz visible. El número de oscilaciones por segundo que completa una onda electromagnética para un periodo de tiempo, se denomina frecuencia, cuya unidad es el Hercio, o Hz abreviado. Es entonces válido aclarar en este punto que la luz visible se encuentra dentro del rango de frecuencias de 400THz a 790Thz (Terahercios). La longitud de onda electromagnética (λ) es la longitud en metros correspondiente a un ciclo de una onda, y existe una relación matemática entre ella y la frecuencia de la onda, reflejada en la ecuación 1.

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (1)$$

Dónde:

c : La velocidad de la luz (3×10^8 m/s).

f : Frecuencia de la onda (Hz).

Entonces, la luz visible tiene longitudes de onda entre los 380nm y 760nm, siendo esta su característica principal, incluso por encima de su frecuencia. Ahora bien, es bastante conocido que las fibras ópticas operan para longitudes de onda de 850, 1310 y 1550nm, que son respectivamente sus tres ventanas de operación, en orden ascendente, y esto es debido a que en realidad, la luz que se usa para las comunicaciones por fibra óptica se sitúa en la región infrarroja del espectro, escapando del rango visible para el ojo humano, esto es debido a que estas longitudes

de onda permiten una mayor velocidad de transmisión de los datos y la atenuación disminuye para longitudes de onda más largas.

Una fibra óptica está compuesta de tres capas diferentes, como se puede observar en la figura 3 el núcleo central que transporta la luz, el revestimiento que cubre el núcleo y confina la luz dentro de él, ambos frecuentemente formados por vidrio de sílice con ciertas características diferentes como pequeñas cantidades de boro o germanio añadidas durante la fabricación, para marcar una distancia en sus índices de refracción, y el recubrimiento que dota de protección al revestimiento y frecuentemente está formado por un plástico o cubierta acrílica aislante.

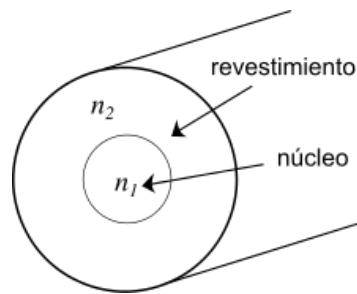


Figura 3. Núcleo y revestimiento de la fibra óptica.

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Optical_fiber.svg

Cuando la luz viaja por un medio sin obstáculos como el aire, o el vidrio, viaja en línea recta, caso contrario cuando el rayo de luz debe pasar de un medio a otro, y para poder comprender el fenómeno que ocurre, es necesario conocer que los materiales tienen propiedades de refracción, descritas por el índice de refracción, el cual define la rapidez con la que un haz de luz viaja a través de un medio, en relación con la velocidad a la que traspasa un segundo medio.

Es así como un haz de luz con un ángulo incidente choca con la frontera que divide dos medios con diferentes índices de refracción, y se refracta con distinto ángulo, denominado ángulo de propagación, descrito en la Fig. 4 que, según la Ley de Snell, se puede modelar de la siguiente como se muestra en la ecuación 2.

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (2)$$

Donde

n_1 y n_2 : Índice de refracción del primer y segundo medio, respectivamente.

θ_1 : Ángulo incidente.

θ_2 : Ángulo de propagación.

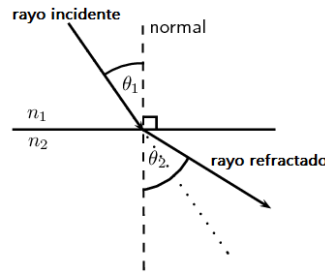


Figura 4. Ley de Snell

Fuente: <https://calculadorasonline.com/calculadora-ley-de-snell-indice-de-refraccion/>

Los ángulos de refracción e incidencia se miden respecto al eje perpendicular a la superficie de separación aire-fibra, que, para una fibra correctamente cortada, este eje es el mismo que el eje de la fibra. Otra consideración importante es que solo los rayos de luz que inciden en esa frontera con un ángulo menor que el máximo ángulo de acoplamiento son refractados al núcleo de la fibra y capturados por ella para su propagación. Por ello se induce hacia la apertura numérica (AN) que está relacionada matemáticamente con este ángulo máximo de acoplamiento.

$$AN = \sin(\text{ángulo máximo de acoplamiento}) \quad (3)$$

$$AN = (n_1^2 - n_2^2)^{1/2} \quad (3.1)$$

De hecho, los ángulos máximos de acoplamiento típicos para una fibra multimodo varían desde 10° a 30° , desencadenando entonces, valores típicos de apertura numérica que van desde los 0,2 a los 0,5. Popoca (2018) explica que:

“la cantidad de luz que entra a la fibra depende de la apertura numérica, interesa que la apertura numérica sea grande para aprovechar mejor la fuente luminosa y tener una señal de origen fuerte pues esto permite que la luz viaje distancias más grandes”

Lo cual se puede visualizar en la figura 5, con el cono de aceptación.

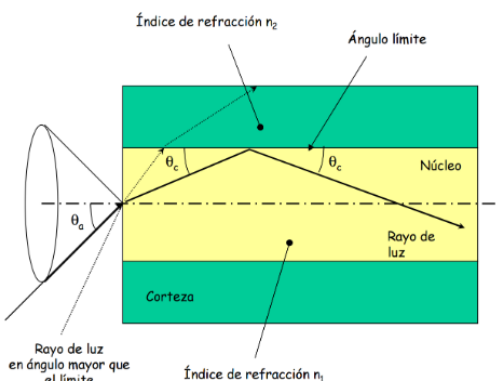


Figura 5. Cono de aceptación de luz en la fibra.

Fuente: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/8394>

De acuerdo con los razonamientos que se han venido realizando, se espera que para que la propagación pueda tener lugar dentro de la fibra, debe ocurrir para ciertas condiciones, la primera de ellas sería que: $n_1 > n_2$, de forma que el rayo incidente se refracta de tal modo que no es capaz de atravesar la superficie entre ambos medios, ocurriendo lo que se conoce como reflexión total interna, esto significa, que el haz de luz queda confinado completamente entre el revestimiento y el núcleo, la segunda condición implica que el ángulo de incidencia sea mayor que el ángulo crítico ($\theta_1 > \theta_c$). El ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia, siempre y cuando la fibra se mantenga recta. Por Snell:

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

$$\text{Si } \theta_2 = 90^\circ \text{ y } \theta_1 = \theta_c$$

$$\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{n_2}{n_1}\right) \quad (4)$$

Aunque este fenómeno es el responsable del confinamiento de la luz dentro de la fibra, es importante que se respete el radio de curvatura mínimo de la fibra especificado por los fabricantes, puesto que con un doblado incorrecto de la fibra, el ángulo de incidencia disminuirá, y los rayos serán refractados hacia el revestimiento, y se perderán ocasionando pérdidas fraccionarias de potencias un tanto apreciables.

3.2.3 Fibras monomodo y multimodo. Características

De acuerdo a su fabricación, según Chomycz, B. (2001), las fibras ópticas tienen una principal diferencia física, el diámetro de su núcleo, el cual influye directamente

en las capacidades de transmisión, velocidad, ancho de banda, longitud de onda, y la distancia que pueden recorrer. Se diferencian dos tipos:

- **La fibra multimodo**, gracias a un tamaño de núcleo más grande, entre los 50 y 100 μm , tiene la capacidad de transportar varios haces de luz con diferentes ángulos, lo cual significa que se pueden transmitir varios tipos de datos. El número máximo de modos de luz que pueden viajar en una fibra es función de los índices de refracción y de la longitud de onda.

$$M = 1 + \frac{2D(n_1^2 - n_2^2)^{1/2}}{\lambda} \quad (5)$$

D= Diámetro del núcleo.

Pueden ser inclusive más de mil modos. Este tipo de fibra se usa comúnmente en cortas distancias, menores de 2 km ya que por sus longitudes de onda suelen tener una mayor atenuación a grandes distancias.

A su vez, la fibra multimodo se subdivide en dos tipos:

- ✓ **Fibra multimodo de índice escalonado**: Su núcleo y revestimiento tienen índices de refracción uniformes pero muy diferentes entre sí, de modo que en la frontera entre ambos medios se produce un cambio abrupto, produciendo el confinamiento total de la luz, y que su propagación no sea uniforme, provocando que los haces de luz, que se propagan con diferentes ángulos, sufran una ampliación en el tiempo dentro del núcleo, esto quiere decir, que se encuentran desfasados, o sea que, por más que incidan en la fibra al mismo tiempo, su llegada al final de la fibra, será en tiempos diferentes. Esto se explica en la ecuación 6.

$$\text{velocidad de transmisión de datos} = \frac{1}{\text{anchura del pulso}} \quad (6)$$

Tal ensanchamiento del pulso produce una reducción en la cantidad de pulsos que se pueden transmitir por segundo, disminuyendo el ancho de banda de transmisión y atenuando la señal de salida, esto es lo que se conoce como dispersión modal.

- ✓ **Fibra multimodo de índice gradual:** En este caso, el índice de refracción es uniforme, pero el del núcleo varia, decreciendo desde el centro hacia el exterior, provocando una curvatura de la luz. Debido a la variación en el núcleo, en la parte más exterior del mismo, la luz viaja más rápido gracias a su índice de refracción más bajo; justificado por la siguiente relación matemática, según Chomycz (2001) :

$$v = \frac{c}{n} \quad (7)$$

Lo cual compensa que esos fotones deban viajar una mayor distancia en comparación con los del centro del núcleo, reduciendo considerablemente el ensanchamiento del pulso entre ellos, y gracias a esa menor dispersión modal, esta fibra cuenta con un mayor ancho de banda de transmisión de datos que la anterior.

- **Fibra monomodo,** en este tipo de fibra, como su nombre lo indica, solo se permite, gracias al diámetro reducido de su núcleo (entre 8 y 10 μ m) , la propagación de un solo modo de luz, y su índice de refracción es constante, eliminando por completo la dispersión modal, haciendo también muy difícil acoplar la luz a la fibra, esa es la razón de que se use frecuentemente un láser de estado sólido como fuente óptica, permitiendo alcanzar velocidades de transmisión, y ancho de banda mucho mayores, además de eliminar la atenuación en gran medida, haciéndola útil para distancias de largo alcance, llegando a alcanzar los 40 km

A continuación se puede observar en la figura 6 las diferencias físicas y de propagación para los tipos de fibra óptica explicados.

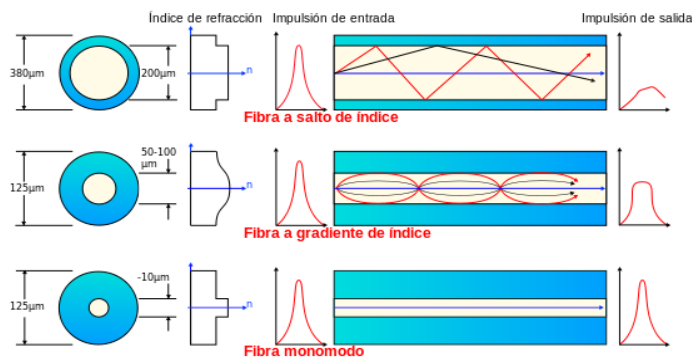


Figura 6. Fibra monomodo y multimodo y su propagación.

Fuente: <https://www.mirayconsulting.com/funcionamiento-de-la-fibra-optica/>

3.2.4 Red de telecomunicaciones

Según Marakas (2008), las redes de telecomunicaciones son:

“un conjunto de medios, tecnologías, protocolos y facilidades en general, necesarios para el intercambio de información y archivos entre los usuarios de una red. La red es una estructura, que, para su estudio suele dividirse en dos componentes: La red de acceso, y la red de tránsito o núcleo de red”.

De acuerdo con lo anterior, las redes de telecomunicaciones es el grupo de tecnologías de software y hardware, diseñados para cumplir con las necesidades específicas dentro de cada etapa dentro de toda la topología de la red, desde el núcleo de la red, hasta la red de acceso, con el fin de proporcionar un servicio de calidad eficiente según los requerimientos del cliente en cuanto a ancho de banda, velocidad, y tipos de datos, que requieran sus comunicaciones.

3.2.4.1 Redes de tránsito o núcleo de red.

“La capa de núcleo, o backbone de red proporciona una conmutación de paquetes de alta velocidad” afirma Ariganello (2016), con lo cual especifica que es la capa encargada de proporcionar conectividad entre los distintos puntos de acceso (router, switch, etc), permitiendo enlazar diferentes servicios, como Internet, redes privadas, redes LAN o telefonía entre otros.

3.2.4.2 Red de acceso

Las redes de acceso son los puntos terminales donde cada usuario, o grupo de trabajo se puede conectar de forma individual al núcleo de la red, básicamente los usuarios se conectan a la red por medio del terminal de acceso, este a la capa de distribución, y este finalmente enlaza el terminal con el núcleo de red, un ejemplo

claro sería cuando se quiere enviar algún dato por medio de Internet, el terminal enviará estos datos al router de tu red, y este, finalmente, es el que se encargará de enviar los datos a su destino enlazando con el núcleo de red.

Es así como en el caso de fibra óptica, la Comisión Europea (2006) define las de acceso como “aquellas que consisten total o parcialmente en elementos ópticos y son capaces de prestar servicios de acceso de banda ancha con características mejoradas, también llamadas redes de acceso de nueva o próxima generación” enfocadas especialmente en FTTH, la cual es la estudiada en el presente trabajo de investigación.

3.2.4.3 Redes de acceso por fibra óptica

Una red de acceso por fibra es definida por Fortiz (2013) como el “conjunto de equipos e instalaciones ópticas que conectan los elementos terminales de la red de transporte con los terminales de los usuarios”. Y su arquitectura depende de la cercanía o medio de transporte que tengan los abonados al usuario, es decir, en la última milla, y si se emplean elementos activos o pasivos en ella.

En este sentido, estas redes son líneas de acceso dedicado que utilizan la fibra óptica como medio de transporte para la interconexión de nodos, que en el caso que concierne a la investigación, la última milla también está formada por fibra óptica.

3.2.4.4 Redes PON

Hay dos tipos de sistemas que hacen posible las conexiones por FTTH, las redes ópticas activas (AON) y las redes ópticas pasivas (PON), siendo este último el sistema más usado gracias a la flexibilidad y ahorro de recursos en las redes FTTH. De acuerdo con Pacheco y Parra (2015), las redes ópticas pasivas son: “aquellas redes de tecnología por fibra óptica que utilizan componentes pasivos que no necesitan de una alimentación externa”. Se entiende entonces, que su arquitectura implementa una topología punto a multipunto, en la que una sola fibra óptica sirve a múltiples puntos finales mediante el uso de splitters (divisores) ópticos pasivos, para dividir el ancho de banda de la fibra entre varios puntos de acceso.

En base a las consideraciones anteriores, es claro que solo se necesitan equipos activos en los extremos, y tal como se muestra en la figura 7, por el camino

descendente el OLT (Optical Line Terminal) envía la información a todos los ONT (por sus siglas en inglés, Optical Network Terminal, terminal óptico de red), de forma punto-multipunto, procesando cada uno de ellos la información que le corresponde, y en el camino ascendente cada ONT envía la información hacia el OLT, mediante multiplexación por división en el tiempo, tal como se puede observar en la figura 8.

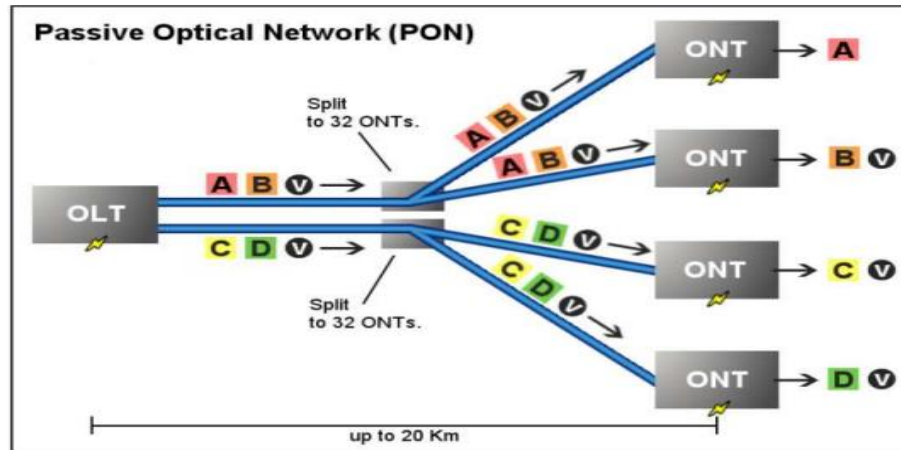


Figura 7. Arquitectura de una red PON.

Fuente: <https://gris.tech.blog/2017/12/18/introduccion-a-la-red-optica-pasiva-pon/>

- **Redes o estándares xPON**

De acuerdo con Cáceres (2014), en la actualidad existen varias tecnologías o estándares derivados de las redes ópticas pasivas, como:

- ✓ APON/BPON (UIT-T G.983)
- ✓ EPON (IEEE 802.3ah)
- ✓ 10G-EPON (IEEE 802.3av)
- ✓ GPON (UIT-T G.984)

Con fines metodológicos, únicamente se abordara a profundidad el estándar GPON, por ser el más utilizado en las redes FTTH de estudio.

- **Estándar GPON.**

Sus estándares técnicos fueron aprobados por la ITU-T en las recomendaciones G.984.1, G.984.2, G.984.3, G.984.4 y G.984.5, con el fin de que los fabricantes de equipos PON puedan seguir los estándares y garantizar la interoperabilidad. Sus siglas tienen como significado “Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit”.

Esta tecnología de acceso no solo permite alcanzar velocidades mucho más altas, mayores a 1 Gbps, que solo pueden ser soportadas por fibra, sino también tener un alcance mayor y directo a través de una misma instalación de fibra óptica, los servicios de voz, datos, y TV de alta velocidad hasta el usuario. Teniendo como características técnicas que posee un alcance máximo de 20 km, utiliza multiplexación por división de longitud de onda, permitiendo que el sentido descendente y ascendente viajen en la misma fibra y la atenuación máxima soportada vendrá dada por la potencia máxima garantizada por el terminal óptico pasivo menos la potencia mínima que es capaz de percibir la ONT. .

Y, de acuerdo a Josan (2017), aunque son más las ventajas que los inconvenientes, también los tiene, algunos de ellos, destaca, que “Los instaladores deben tener cuidado con los empalmes mecánicos para no sufrir pérdidas y atenuaciones, por lo que es necesario un personal especializado”. Además por supuesto, del cuidado especial que deben recibir los conectores.

3.2.5 Redes FTTH

Gracias al alto índice de eficiencia que alcanza la tecnología GPON, aproximadamente alrededor del 92%, cifra determinada por Furukawa (2021), se generaron las nuevas redes Fiber To The x, término genérico utilizado para hacer referencia a una red óptica pasiva que logra conectar un punto central del proveedor de acceso a una inmensa variedad de usuarios, que según Miralles (2015) lo hace “utilizando la arquitectura de red de fibra óptica para reemplazar todo o parte del metal habitual del bucle local utilizado para la última milla de las telecomunicaciones”. Según Bojorquez (2011):

“La tecnología FTTH propone la utilización de fibra óptica hasta el domicilio del usuario. La red de acceso entre el abonado y el ultimo nodo de distribución puede realizarse con una o dos fibras ópticas dedicadas a cada usuario (una conexión punto a punto que resulta en una topología en estrella)”.

Esta tecnología se empezó a implementar desde 2005 en Asia, en países como Japón y Corea del Sur como sustituto de conexiones por ADSL, y ha ido

expandiéndose al resto del mundo progresivamente, teniéndola en la actualidad como principal fuente de conexión no solo en zonas residenciales, sino principalmente en la industria y negocios. Actualmente el estándar en el que están basadas las redes FTTH, es el de redes ópticas pasivas con capacidad de gigabit.

El elemento central de este tipo de arquitectura es el divisor óptico pasivo, ya que son redes que se definen como sistemas sin elementos electrónicos activos en el bucle. La filosofía de esta arquitectura se basa en compartir los costos del segmento óptico entre los diferentes terminales, de forma que se pueda reducir el número de fibras ópticas, sin embargo, el hecho de que estos dispositivos mencionados anteriormente, estén cerca del usuario, no solo tiene como objetivo reducir los costes, sino también proporcionar un diseño fácilmente escalable en el futuro, basándose en el diseño original, característica que en la actualidad, ha logrado servir de base para soportar la exponencial demanda de usuarios en diferentes zonas de cobertura.

Es así, como en Venezuela, a partir de junio de 2013, se empezó la implementación de fibra hasta el hogar mediante la empresa CANTV, y, de acuerdo con Bastidas (2019):

“Finalmente, el 22 de agosto de 2019, se aprobaron inversiones para el plan Fibra Óptica Llega al Hogar que permitirá llevar acceso a Internet de alta velocidad a oficinas y hogares, cubriendo inicialmente el Distrito Capital y los estados Miranda y Zulia y luego, en noviembre de 2019 llegará a 80% del territorio nacional”.

En cuanto a la arquitectura, el estándar GPON reemplaza el diseño tradicional de Ethernet de tres niveles con una red óptica de dos niveles al eliminar los conmutadores Ethernet de acceso y tener la distribución con dispositivos ópticos pasivos, tal como se muestra en la figura 8.

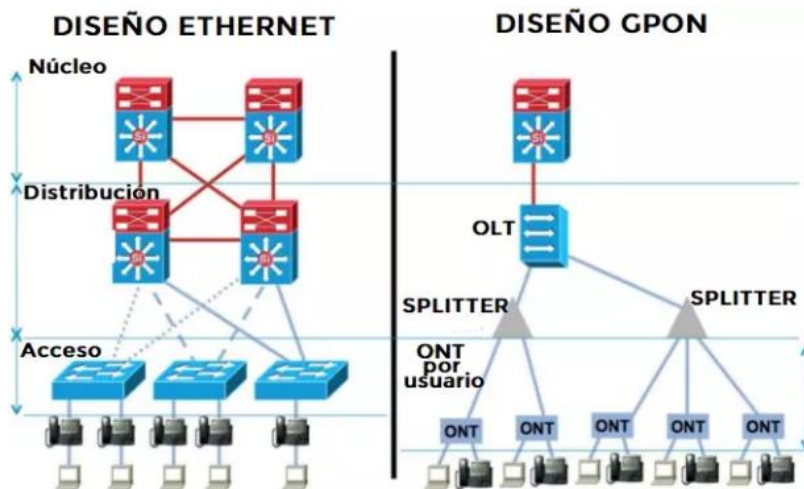


Figura 8. Diseño de red Ethernet vs. Diseño de red GPON.

Fuente: <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-cable/tecnologia-ftth-gpon-que-es-funcionamiento/>

Se debe agregar que, respecto a la arquitectura distribuida, los niveles serían:

- ✓ **Feeder o troncal:** Es la ruta por cada par de fibra óptica desde el Central Switch Point, o terminal de línea óptico, hasta el primer elemento pasivo o splitter, denominado punto de convergencia local (LCP).
- ✓ **Distribución:** Es la ruta entre el feeder y el último punto de distribución, o NAP, que es el punto de acceso, donde se encuentra el splitter de segundo nivel, a partir del cual parten las fibras ópticas individuales hacia cada ONT o cliente..
- ✓ **Acceso al Abonado:** Corresponde a la ruta desde la ubicación del ONT del cliente hasta el empalme con el poste más cercano, o punto de conexión, ver

Fig 9.

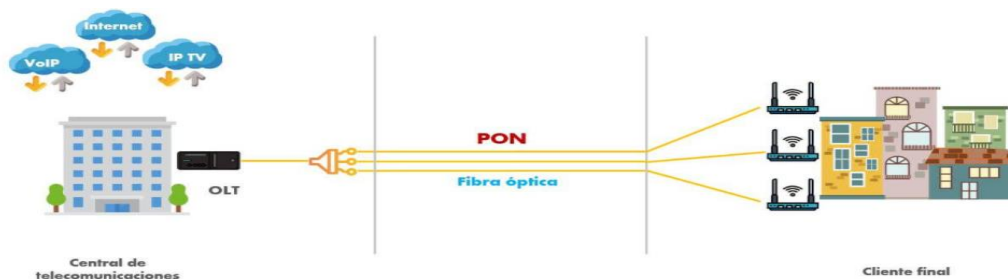


Figura 9. Red FTTH

Fuente: <https://sisutelco.com/introduccion-redes-ftth/>

3.2.6 Elementos de una red FTTH

En una red FTTH con estándar GPON, como se detalla en la figura 10, se cuenta con un esquema o arquitectura en capas, que de macro a micro, se puede dividir en la red primaria troncal, la subtroncal o red de distribución secundaria, y un terminal de acceso para el usuario.

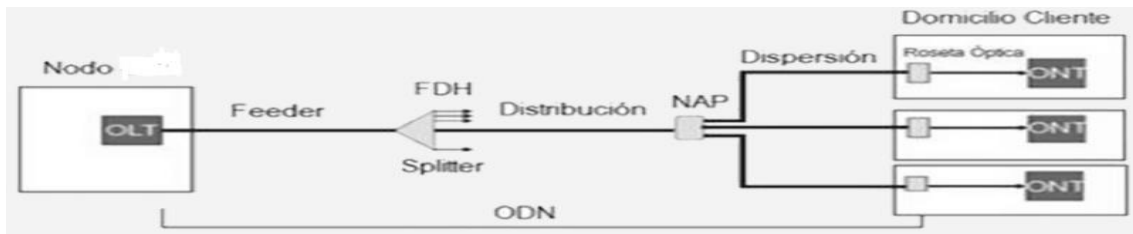


Figura 10. Esquema de Red FTTH GPON.

Fuente: <https://neobroadband.net/elementos-de-la-red-gpon/>

Ahora bien, es momento de describir las características y funciones de cada uno de los elementos básicos presentes en una red de este tipo y bajo este estándar.

3.2.6.1 OLT (Optical Line Terminal)

Este es un dispositivo terminal de línea óptica, que se puede observar en la figura 11, es equivalente a un switch, que se encarga del control o programación del tráfico desde el propio nodo, hasta la unidad óptica de red, mediante difusión, de igual forma se encarga de iniciar y controlar el proceso de medición de distancia y registrar la información de potencia de la señal, además de realizar la asignación de ancho de banda para la ONT, como registro de horas de salida y entrada de datos, además de controlar el tamaño de la ventana que le corresponde.



Figura 11. OLT

Fuente: <https://adminolt.com/>

De esta forma una OLT, realiza todas sus funciones gracias a las tarjetas o módulos de enlace GPON, que según lo indicado por Robles (2021):

“Las tarjetas GPON generalmente tienen 8 puertos PON (cada puerto alimenta a 64 clientes). Los OLT tienen 16 tarjetas dependiendo de la

marca y el modelo. Las OLT antiguas instaladas antes de 2012 pueden tener 14 o 16 tarjetas con 4 puertos PON en cada tarjeta.”

3.2.6.2 NAP

Sus siglas provienen de Network Access Point, significan punto de acceso a la red, o también llamadas cajas de empalme, que se pueden observar en la Fig. 12, contienen bandejas donde se guardan los empalmes de las fibras o hilos correspondientes a cables diferentes, donde se albergan los divisores ópticos. En líneas generales ayudan a la transición de la red óptica, y canalizan los niveles de la misma, como las de segundo y tercer nivel, de distribución y las de usuario, respectivamente.



Figura 12. NAP

Fuente: https://es.made-in-china.com/co_qdsunet/product_FTTH-Nap-Caja-16port-16core-Box-IP65_erseihyey.html

3.2.6.3 Splitter óptico

Conocido como divisor de fibra o divisor de haz, es un dispositivo de distribución de energía óptica y guía de onda integrado, y según Chayña (2017): “son dispositivos de ramificación óptica bidireccional, utilizado en redes PON punto a multipunto (P2MP)”, esto quiere decir que tienen como función principal separar un haz luminoso incidente en varios, en función de una cierta proporción 1:N, tal como se evidencia en la figura 13, donde los valores de N más comunes son [2,4,8,16,32,64], aunque también existe la proporción 2:N para configuraciones en anillo. Esta división, también se hace a nivel de ancho de banda, lo que implica que si el cable óptico de entrada tiene 1000 Mbps de ancho de banda, entonces, si se trata de un splitter 1:4, cada salida de fibra tendrá un ancho disponible de 250 Mbps.

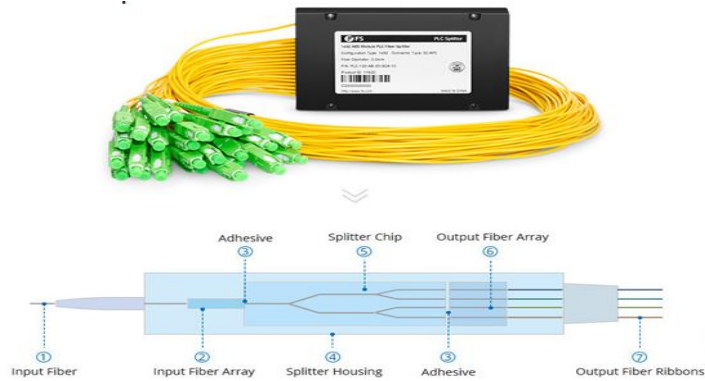


Figura 13. Splitter

Fuente: <https://community.fs.com/es/blog/what-is-a-fiber-optic-splitter-2.html>

De acuerdo con Rodríguez (2013):

“los divisores pueden ser confeccionados en diferentes formas y tamaños en función de la tecnología básica utilizada. Los tipos más comunes son los de tipo encapsulado, denominados PLC (normalmente para elevadas relaciones de división) y los confeccionados mediante fusiones múltiples (FBT) (normalmente para bajos niveles de división)”

Considerando que el splitter divide el ancho de banda del haz, también hay pérdidas por inserción, tal como se expresa en la figura 14.

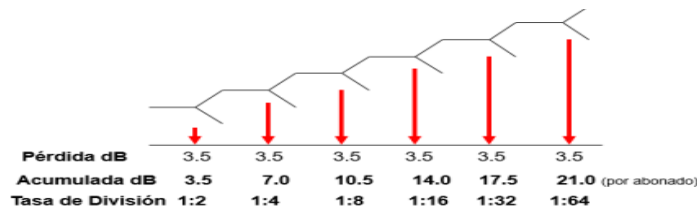


Figura 14. Pérdida promedio por inserción de splitter

Fuente: Council, 2015.

3.2.6.4 Fibra óptica

Normalmente el tipo de fibra que se utiliza en diseños FTTH son los denominados ADSS FLAT DROP (del inglés, All Dielectric Self Supported), que son cables de fibra autoportados por una guía de metal que funciona de tensor y recubiertos por dieléctrico como se muestra en la figura 15 utilizados para tendidos entre postes, que por su gran resistencia a la tracción impide que se hagan curvaturas o daños en la fibra que ocasionen atenuaciones a lo largo del tendido. En el caso de los tendidos subterráneos se usa el mismo tipo de cable, con la única diferencia de

que se le extrae el tensor o comúnmente llamados mensajero, de modo que el cable de fibra sea un poco más flexible.



FIGURA 27

Figura 15. FLAT DROP de fibra ADSS.

Fuente: <https://www.fibraoptica hoy.com/blog/cable-aereo/>

De esta manera, dependiendo del diseño y de la demanda, los tendidos troncales se realizan con fibra ADSS entre 24 y 144 hilos, los subtroncales usualmente son con drop de 12 hilos, y en el caso de los tendidos hacia las zonas residenciales, son comúnmente de 2 hilos, pudiendo variar en el nivel de distribución a 12 hilos, pero esto dependerá del tamaño de la red. Así mismo, los hilos de la fibra tienen una nomenclatura específica para diferenciarlos, según el estándar TIA-598-C, que se muestra en la figura 16.

Colores para Fibras Individuales (según estándar TIA-598-C)			
Posición	Color	Posición	Color
1	Azul	13	Azul con línea negra
2	Naranja	14	Naranja con línea negra
3	Verde	15	Verde con línea negra
4	Marrón	16	Marrón con línea negra
5	Gris	17	Gris con línea negra
6	Blanco	18	Blanco con línea negra
7	Rojo	19	Rojo con línea negra
8	Negro	20	Negro con línea amarilla
9	Amarillo	21	Amarillo con línea negra
10	Violeta	22	Violeta con línea negra
11	Rosa	23	Rosa con línea negra
12	Turquesa	24	Turquesa con línea negra

Figura 16. Código de colores para hilos de fibra óptica.

Fuente: <https://www.promax.es/downloads/docs/pdf/tabla-colores-fibra-optica.pdf>

Ahora bien, los cables que permiten las conexiones cortas, entre 1 a 30 metros, aunque en la realidad se adquieren usualmente hasta los 5 m, son los denominados patchcord, cuyo diámetro más común es 3 mm, puede ser de uno o dos hilos, para trabajar de forma simplex o dúplex respectivamente, según Raxtel (2008):

“pueden interconectar directamente dos equipos activos, conectar un equipo activo a un ODF o interconectar dos cajas pasivas conformando un sistema administrable de cableado (Cross Connect)”.

El cable pigtail es similar, de longitud corta, se usa para la conexión con el equipo final, con la diferencia de que tiene conector en un solo extremo y sirve de interfaz con los equipos, y en el otro extremo una fibra descubierta para ser empalmada a la fibra o multifibra troncal.

3.2.6.5 Conectores

Conector ST (del inglés Straight Tip o punta recta): Ver Fig. 17



Figura 17. Conector ST.

Fuente: <https://atminterserv.com/fibraoptica/productos/conectores/>

Conector SC (Subscriber Connector o Conector de Suscriptor): Ver Fig. 18.



Figura 18. Conector SC.

Fuente: <https://atminterserv.com/fibraoptica/productos/conectores/>

Conector LC (del inglés Lucent Connector or “Little Connector” o Conector pequeño). Ver Fig. 19.



Figura 19. Conector LC.

Fuente: <https://atminterserv.com/fibraoptica/productos/conectores/>

Conector FC (Ferule Connector ó Conector Férula): Ver Fig.20.



Figura 20. Conector FC.

Fuente: <https://atminterserv.com/fibraoptica/productos/conectores/>

Conector MPO/MTP: Ver Fig 21.

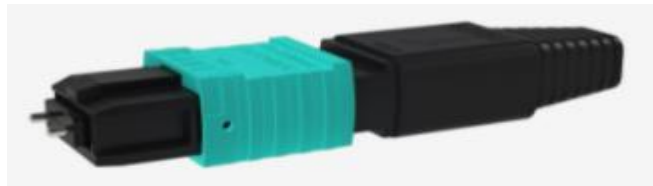


Figura 21. Conector MPO/MPT.

Fuente: <https://atminterserv.com/fibraoptica/productos/conectores/>

3.2.6.6 Tipos de empalmes de fibra óptica

Empalmes mecánicos y adhesivos

De acuerdo con Prouct (2016):

”El empalme mecánico es un accesorio para alinear y conectar 2 fibra ópticas. Los empalmes mecánicos sostienen las dos fibras ópticas alineadas por un periodo de tiempo indefinido sin alteración alguna. La pérdida del empalme es estable en el tiempo e inalterada por los cambios de condiciones ambientales o mecánicas”.

Aunque las pérdidas del empalme no son sensibles al índice de refracción, la reflexión sí que resulta muy sensible. Por lo tanto, se necesita una adaptación de índices muy precisa para suprimir las reflexiones.

Empalmes por fusión

Existen diferentes métodos de obtener un empalme por fusión de fibras o cintas de fibras. Según Chayña (2017):

“Para hacer un empalme por fusión, se retiran todos los recubrimientos de las fibras, que se cortan y a continuación se posicionan y alinean entre dos electrodos en la máquina de empalmar. Un arco eléctrico calienta el vidrio de sílice hasta que se alcanza el punto de “fusión” o ablandamiento y al mismo tiempo se juntan las fibras longitudinalmente de tal manera que se obtenga un empalme con continuidad geométrica”.

Además, según la UIT-T (2000) luego de ese proceso, se aplica al empalme un dispositivo de protección adecuado para proteger la fibra desnuda y facilitar su manipulación y almacenamiento sin afectar adversamente a la integridad física del empalme. La calidad del corte y la intensidad y duración del arco eléctrico, así como las diferencias entre las dos fibras que se han de empalmar, determinan la pérdida del empalme.

3.2.6.7 ONT (del inglés, Optical Network Terminal)

La terminal de red óptica es un equipo activo y está ubicado en el domicilio del cliente, este equipo es el encargado de recibir la señal óptica transmitida y convertirla en señal eléctrica. Posee puertos para telefonía, televisión e internet, por lo tanto, es capaz de ofrecer el servicio triple play. Existe una gran variedad de ONTs que están en función de los servicios que se quiera brindar al usuario entre otros se puede citar, según lo especificado por Chayña (2015) que “las interfaces pueden ser: Fast-Ethernet, Gigabit-Ethernet, o Interfaces E1 o STM-1.”

Es necesario recalcar que los fabricantes de la OLT y la ONT sean los mismos, debido a que hasta el momento no se ha logrado la interoperabilidad entre ellos.

3.2.7 Instalación de fibra óptica

Las instalaciones pueden clasificarse entonces en exteriores, de las cuales las más populares son la aérea entre postes y la instalación de cable enterrado bajo tierra, además de las instalaciones en interiores, que ya comprende todo lo referente a cableado estructurado vertical u horizontal en la zona residencial. A continuación se detallará en que consiste cada uno, sin embargo los procedimientos a seguir serán especificados en el desarrollo del manual inteligente.

3.2.7.1 En exteriores

- **Instalación de cable enterrado.**

Un cable de fibra se puede enterrar directamente bajo tierra o situar en un conducto, o tanquilla enterrada, las primeras son frecuentemente utilizadas en largas rutas que cruzan países, sin embargo la última alternativa puede dotar al cable de una protección adicional frente al entorno y puede permitir la instalación futura de cables o su eliminación sin necesidad de excavar. Es estrictamente necesario que previamente se investiguen las condiciones de los sedimentos a lo largo de la ruta del

cable, para determinar la selección del equipamiento de colocación del cable, el tipo de cable, de conducto en caso de utilizarse, y la profundidad de la instalación, y todo tipo de característica que sea un requerimiento a considerar dentro de la instalación subterránea, algunas se muestran en la figura 22.

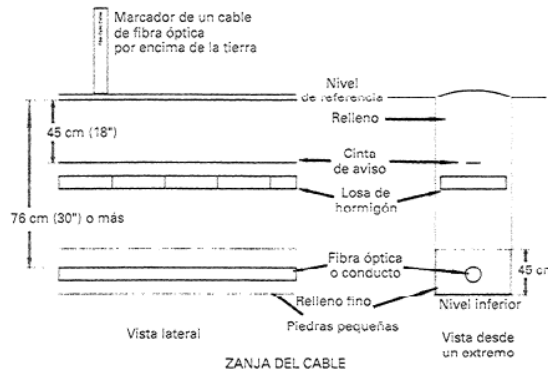


Figura 22. Cable de fibra óptica enterrado.
Fuente: Chomycz, B. Instalaciones de fibra óptica (2001)

Por lo que se refiere a los lineamientos que deben seguirse en la realización de las zanjas, Chomycz (2001) afirma que:

“Las zanjas deben hacerse tan rectas como sea posible. El fondo de la zanja deberá ser plano, nivelado y sin piedras u obstáculos. Un relleno ligero, sin piedras, se puede acomodar alrededor del cable. Esto proporcionará una distribución mejor de la carga del cable, reducirá el posible daño del cable y disminuirá las pérdidas por microcurvaturas de la fibra óptica. Además se deberá tener siempre en cuenta el radio de curvatura mínimo para el cable y los subconductos o conductos internos”

Conductos para el cable

En este cableado por tanquilla, el cable se tiende dentro de sistemas de canalización nuevos o existentes, privados o públicos. La mayoría de las canalizaciones y tuberías se construyen con polietileno de alta densidad (PEAD), PVC o un compuesto epoxy de fibra de vidrio.

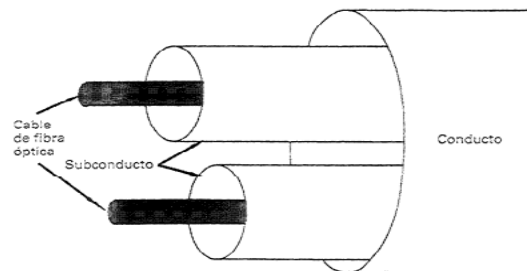


Figura 23. Conductos y subconductos.

Fuente: Fuente: Chomycz, B. Instalaciones de fibra óptica (2001).

Los conductos y subconductos, como se muestran en la figura 23, se fabrican con una cinta de tracción preinstalada por el fabricante, y algunos conductos vienen prelubricados para disminuir de forma drástica las tensiones de tracción durante la instalación. Según Chomycz (2001) “los conductos y subconductos tienen un radio de curvatura mínimo, del que no deben excederse, y tras la instalación del cable en un subconducto, se deben instalar tapones terminales para garantizar un sellado efectivo al agua”.

En este tipo de instalaciones es necesario el uso de lubricantes de alto rendimiento para reducir el coeficiente de fricción a lo largo del recorrido de instalación. De acuerdo con Chomycz (2001) la cantidad de lubricante que se requiere para una instalación se puede estimar de manera aproximada usando la siguiente fórmula:

$$C = 0.00378 \cdot L \cdot \left(\frac{DIN}{DEN}\right) \quad (8)$$

Dónde:

C: Cantidad de lubricante en litros.

L: Longitud del tendido en metros.

DIN: Diámetro interior nominal del conducto en centímetros.

DEN: Diámetro exterior nominal del cable en centímetros.

- **Instalación por conducto o tanquilla**

Estos sistemas de conductos como los que se muestran en la figura 24, constituyen los denominados ductos VGT (Vías Generales de Telecomunicaciones), estos representan una gran facilidad en las instalaciones del cableado óptico, puesto que no hay que realizar constantes excavaciones, por lo cual se encuentran alrededor de todas las zonas urbanas.

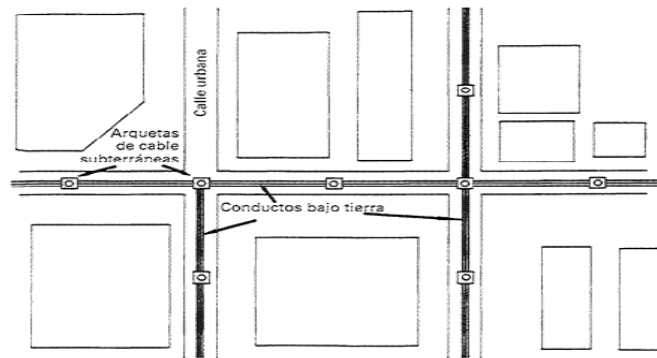


Figura 24. Conductos y tanquillas VGT
Fuente: Chomycz, B. Instalaciones de fibra óptica (2001).

- **Instalación aérea.**

Dando continuidad a las instalaciones de fibra óptica en espacios exteriores, es el turno de la instalación aérea, que en cuanto a procedimientos es un poco menos compleja en cuanto a la tensión mecánica que se debe monitorizar, ya que se puede realizar atando el cable de fibra a un fiador existente de acero o instalando un cable de fibra óptica autoportado, con un mensajero, como el que se mencionó anteriormente, a lo largo de la distancia entre postes.

Es válido rescatar que se debe extremar la cautela cuando se realizan este tipo de instalaciones, debido a que se debe contar con el personal adecuado y capacitado debido a que se trabaja cerca de las líneas de alta tensión. Es por ello que se menciona brevemente, y de acuerdo con Chomycz (2001), las siguientes líneas de seguridad:

- ✓ Se deben desconectar todas las líneas de potencia.
- ✓ No se deben instalar los cables cuando el ambiente sea húmedo.
- ✓ Los cables que se instalan cerca de las líneas de potencia de alta tensión se deben llevar a tierra, incluyendo los cables dieléctricos.
- ✓ Se debe mantener en todo momento una distancia de seguridad entre el cable de fibra óptica y el cable de potencia..
- ✓ Asegurarse de que el cable cumple las especificaciones de radiación de campo eléctrico.

3.2.7.2 En interiores

En esta categoría se hace una explicación detallada de lo que son las instalaciones verticales, o cableado estructurado, sobre todo en edificios, puesto que en el caso de conjuntos residenciales o urbanismos de casas, las instalaciones suelen ser por posteadura o tanquilla tal como se explicó en la sección anterior. Es de esperar entonces, que para este tipo de instalaciones se haga uso de conductos existentes en los edificios, como los terminales de edificio son los llamados FxB (del inglés, Feed Exchange Box) o caja de distribución principal (CDP), seguida de cajas de paso, sin embargo, hay ocasiones en el campo, en las que, por políticas del edificio, se debe hacer el tendido de la fibra por medio de otros conductos, por ejemplo, los de basura.

Siguiendo con el orden de ideas, también es recomendable instalar cajas de tracción para evitar longitudes de conducto grandes, con objeto de facilitar el arrastre y rebajar las tensiones de tracción. Una buena norma a seguir es instalar, al menos, una caja de tracción después de la segunda curva a 90 grados y en tramos largos de conductos, teniendo como longitud en línea recta al menos, cuatro veces el radio de curvatura mínimo del cable. En el caso de las cajas para esquinas, debería tener una longitud de al menos tres veces el radio de curvatura del cable y de una profundidad hasta el conducto de al menos un radio.

Cuando un cable de fibra óptica de exteriores entra en un edificio, se debería empalmar, a un cable de interiores. Esto proporciona un punto común de distribución de fibra dentro del edificio y permite que se puedan utilizar cables de interior de protección adecuada frente al fuego. Y tal como se muestra en la figura 25, el cable está situado normalmente en un conducto o bandeja ignífuga a lo largo de toda la ruta interior, pudiendo dimensionar el conducto para acomodar futuros cables.

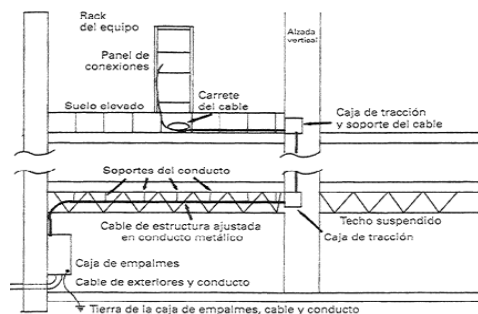


Figura 25. Ejemplo de tendido vertical en edificio.

Fuente: Chomycz, B. Instalaciones de fibra óptica (2001).

3.2.8 Instrumentos para la certificación de funcionamiento

3.2.8.1 Empalmadora

Tal como se mencionó anteriormente, una parte importante para crear un enlace de fibra óptica de mayor alcance es poder unir varios segmentos de fibra con las menores pérdidas posibles para lograr mantener la comunicación entre el proveedor y el usuario, para esto es necesario el uso de un dispositivo preciso y práctico que permita la fusión de dos hilos, tal dispositivo es la empalmadora de fusión de arco eléctrico por alineación de núcleo o de revestimiento como se muestra en la figura 26.



Figura 26. Empalmadora por fusión.

Fuente: Torres (2016).

3.2.8.2 Medidor de Potencia Óptica

Un medidor de potencia óptica (MPO) según Torres (2016) “es un dispositivo encargado de medir de forma absoluta o relativa la potencia de la luz que se tiene en un extremo de la fibra cuando una fuente de luz estabilizada, emite desde el otro extremo”, pudiendo determinar así la atenuación de la luz provocada por la fibra, o la atenuación total de un enlace, de la misma manera se pueden determinar las pérdidas por inserción de algún dispositivo que se introduzca, también puede ser útil para establecer la sensibilidad de equipo terminal a utilizar o saber que se está perdiendo potencia en algún punto del enlace, para lo cual es de mayor utilidad el OTDR, del que se hablará en el siguiente subtema.

3.2.8.3 Reflectómetro óptico (OTDR)

Para lograr determinar con precisión la atenuación en el enlace de fibra, su longitud, las pérdidas por empalmes y conectores y la localización de estos, es

posible usar un OTDR (Optical Time Domain Reflectometer), que se basa en el fenómeno de retro esparcimiento de Rayleigh para poder localizar dichos eventos (efectos y procesos detectables que modifican la forma de propagación de la luz dentro de la fibra)

Los OTDR permiten el ajuste de varios parámetros en la medición para poder hacer el mejor análisis según los requerimientos y características del enlace. Entre los parámetros variables están la longitud de onda que se seleccionará dependiendo de la ventana de transmisión utilizada en el enlace; el tiempo de adquisición que es el tiempo que dura el envío de los pulsos y entre mayor sea más resolución se tendrá en la gráfica; otro parámetro es el ancho del pulso, ya que un pulso más amplio permite un mayor alcance en distancia lo cual es útil en fibras largas, pero esto involucra la disminución en la resolución haciendo más difícil la localización de eventos.



Figura 27. OTDR.

Fuente: <https://www.viavisolutions.com/es-es/node/54896>

Considerando que ya se cubrieron todas las bases teóricas para el contenido del manual, es necesario, añadir también, bases teóricas concernientes al área de programación, que serán necesarias para lograr el plus de desarrollar una interfaz o plataforma digital que albergue el manual, y pueda aportarle funcionalidades computadas.

3.2.9 ¿Qué es un lenguaje de programación?

De acuerdo con la naturaleza de su funcionamiento, las computadoras siempre ejecutan órdenes en un formato inteligible para ellas, que según Juganaru, M (2014):

“dichas órdenes se agrupan en programas, conocidos como software, el cual, para su estudio, a su vez, se divide en dos partes: el formato de representación interno de los programas, que constituye el lenguaje máquina o código ejecutable, y el formato de presentación externa, que

es un archivo o un conjunto de archivos, que puede o no estar en un formato que puede ser visto/leído por el usuario”.

Así mismo, ese formato de presentación interno al que hace referencia Juganaru, se construye a partir de lenguajes de programación, que de acuerdo con el autor Wilson, L (1993), un lenguaje de programación es:

“un idioma artificial diseñado para expresar computaciones que pueden ser llevadas a cabo por máquinas. Pueden usarse para crear programas que controlen el comportamiento físico y lógico de una máquina, y está formado por un conjunto de símbolos y reglas sintácticas y semánticas que definen su estructura y el significado de sus elementos.”

En este sentido, el programador es el encargado, de conocer la sintaxis del lenguaje para conseguir que por medio de la ejecución de instrucciones, o secuencia de órdenes, el programa o máquina realice determinadas tareas y se obtengan diversos tipos de datos.

3.2.10 Paradigmas de programación

La visión y los métodos de un programador para el desarrollo de un programa, está determinado por el paradigma de programación que éste escoja, en el caso de que el lenguaje de programación sea multiparadigma, o bien, que venga condicionado por un lenguaje de programación orientado hacia un solo paradigma. En este mismo orden de ideas, los diversos paradigmas que existen, derivan en múltiples y variados estilos de programación y solución de problemas, según Juganaru, M (2014) los más frecuentes son:

“Imperativo, porque impone al programa cualquier secuencia de instrucciones que se ejecutan siguiendo un orden de arriba abajo. Estructurado, es un caso particular del paradigma imperativo, porque las instrucciones son agrupadas por bloques como procedimientos y funciones, repitiéndose el código en forma de ciclo. El paradigma declarativo, en él se describe el problema y la forma de solucionarlo pero no orden o secuencia de operaciones, se divide en funcional (todo se describe como función) y lógico. El siguiente en la lista es el paradigma orientado a objetos, por encapsulación, prototipos, clases y herencia, y además por tipificación y polimorfismo, este tipo de paradigma encapsula todos los datos como objetos, y crea jerarquías.”

En este sentido, los paradigmas de programación ayudan al programador, a elegir muy bien el lenguaje que debe utilizar, según la forma en como quiera estructurar y diseñar toda la serie de secuencias, instrucciones y tareas que desea que se ejecuten en su programa, entendiendo que los lenguajes pueden dominar total o parcialmente uno o varios tipos de paradigmas, es por ello que los lenguajes multiparadigma ofrecen la ventaja y la libertad de que el programador escoja qué tipo de programación es más apto para determinadas partes del código.

3.2.11 Tipos de aplicaciones móviles

El objetivo fundamental de que la autora plantee realizar el manual a través de una aplicación, es, además de ofrecer una sección automatizada, la capacidad de que el personal pueda utilizarla no solamente en computadoras de escritorio, sino también en dispositivos móviles, con el fin de que puedan hacer uso del manual en el trabajo de campo, ya que las instalaciones no son trabajo de oficina, eso aseguraría que la información pueda ser consultada en cualquier momento y lugar, además, desde cualquier dispositivo, todo lo cual apunta a que la aplicación debe ser móvil y multiplataforma. Existen, 3 tipos de aplicaciones móviles, las aplicaciones nativas, híbridas y web.

Según Cruz, M (2014) una aplicación nativa es: “la que se desarrolla de forma específica para un determinado sistema operativo, llamado Software Development Kit o SDK”, lo cual quiere decir, que este tipo de aplicaciones deben desarrollarse con lenguajes de programación específicos para cada sistema operativo, por ejemplo para desarrollar una app Android, se puede programar a través de Android Studio o Java, para el caso de iOS, el sistema operativo de Apple, a través de Objective-C, esto permite que tengan mucho acceso al dispositivo y además estén disponibles en las App Store, sin embargo, trae consigo dificultades, como que se debe tener un amplio dominio de lenguajes para poder desarrollar la app para diferentes sistemas operativos, lo cual conlleva una gran demanda de tiempo, y dinero.

El segundo tipo de aplicación móvil, son las aplicaciones web, que como su nombre lo indica, están orientadas hacia navegadores web, a través de URL, la principal ventaja de estas sobre las nativas, según Cruz, M (2014) es “la posibilidad

de programar independiente del sistema operativo en el que se usará la aplicación. De esta forma se pueden ejecutar en diferentes dispositivos sin tener que crear varias aplicaciones, y además, no necesitan ningún tipo de instalación”. De hecho siempre que el diseño web esté orientado a tener capacidad responsive (adaptabilidad a diferentes tamaños de pantallas), esta es la opción más viable para aplicaciones empresariales, porque demandan menos tiempo y recursos, siempre y cuando no necesites acceso a las funcionalidad de hardware del dispositivo.

En última instancia, se tienen las aplicaciones móviles híbridas, que tal como su nombre lo indica, es una combinación de las dos anteriores, juntan lo mejor de cada una. De acuerdo con Cruz, M (2014):

“se desarrollan con lenguajes propios de las web app, es decir, HTML, Javascript y CSS por lo que permite su uso en diferentes plataformas, pero también dan la posibilidad de acceder a gran parte de las características del hardware del dispositivo”.

Según las consideraciones anteriores, las aplicaciones híbridas son multiplataforma, permiten un acceso más profundo al dispositivo y pueden ser descargadas en Apps Store.

3.2.12 Diseño o usabilidad web

La usabilidad web, se refiere a la facilidad de uso que tiene una página o aplicación web, haciendo que esta pueda tener características de sencillez, intuitividad, eficacia y satisfacción. Pérez, J (2013) establece que:

“los 66 atributos del modelo de usabilidad web se encuentran contenidos en las siguientes subcaracterísticas de primer nivel: Legibilidad visual de textos e imágenes, facilidad de lectura de la información, familiaridad, ahorro de esfuerzo cognitivo, orientación al usuario, navegabilidad, predictibilidad, potencialidad, compatibilidad, controlabilidad, capacidad de adaptación, consistencia, protección frente a errores de usuario, accesibilidad, estética de la interfaz de usuario y adherencia a normas o convenciones”.

Un diseño web que cumpla con esas características de usabilidad, garantiza que cualquier página o aplicación web brinde un servicio con un funcionamiento eficiente, seguro, confiable y cómodo para el usuario.

3.2.13 Psicología del color

Los colores, son usados en muchas disciplinas como herramientas de expresión, y no solo artística, esto es debido a que están íntimamente ligados con ciertos estímulos que provocan en los individuos, ya sea por su modo de empleo común, cuestiones culturales, e inclusive la propia experiencia del individuo. El área que se encarga de estudiar las diferentes interpretaciones de los colores, es la psicología del color, que, en concordancia con Heller, E (2004):

“es un campo de estudio dirigido a analizar los efectos que pueden producir los colores sobre nosotros y de qué maneras emocionales o mentales, pueden influir en nuestras decisiones. Además se deben tener en cuenta también los aspectos puramente ópticos que los colores provocan en el ojo, como efectos de expansión o contracción de un espacio”.

Hay que destacar, que como todo lo que está basado en interpretaciones personales, la psicología cromática, no es una ciencia exacta, de hecho, es muy subjetiva, ya que, como se dijo anteriormente, dependerá de muchos factores personales, sin embargo, hay ciertos patrones de estímulos, en los que se basa, teniendo en cuenta las tonalidades, profundidades y luminosidad de los colores. Tener el conocimiento de estos patrones de comportamiento puede resultar muy beneficioso al momento de realizar cualquier tipo de diseño, porque permite, en el caso de este proyecto, al programador, orientar la estética del programa o aplicación, con el objetivo de influenciar las emociones, decisiones y perspectivas del usuario sobre la misma, además de facilitar el aporte de un sentido y valor más fuerte de acuerdo a lo que el programa o aplicación desea transmitir, según su funcionalidad y área de enfoque.

3.3 Bases legales

Según Villafranca (2002) “Las bases legales no son más que leyes que sustentan de forma legal el desarrollo del proyecto”, es decir, que siempre y cuando el proyecto lo amerite, es importante que se desarrolle un soporte legal para la elaboración del mismo. En este caso, se presenta la Ley orgánica de ciencia, tecnología e innovación.

La Ley orgánica de ciencia, tecnología e innovación, publicada en Gaceta Oficial N° 39575 de fecha 16 de diciembre de 2010, tiene por objeto dirigir la producción

científica y tecnológica, y sus aplicaciones. Dirigir la generación de una ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones, con base en el ejercicio pleno de la soberanía nacional, la democracia participativa y protagónica, la justicia y la igualdad social, el respeto al ambiente y la diversidad cultural, mediante la aplicación de conocimientos populares y académicos.

De conformidad con lo anterior, cabe destacar, concerniente al proyecto, que dentro del sector de telecomunicaciones, en materia legal, rige la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, que dicta en su Art. 1 que tiene por objeto

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

Es por ello que en esta Ley se establecen las normativas generales en cuanto a la Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), los derechos y deberes de usuarios y proveedores, la interconexión de las redes, la explotación de los recursos, garantías de servicios universales de telecomunicaciones, el uso del espectro radioeléctrico, de las vías generales de telecomunicaciones, entre otros marcos legales referentes a este sector de la tecnología.

En concreto, en el Capítulo II, Art. 35 de esta Ley se presenta la Comisión Nacional de Telecomunicaciones como

“un instituto autónomo, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propio e independiente del Fisco Nacional, con autonomía técnica, financiera, organizativa y administrativa de conformidad con esta Ley y demás disposiciones aplicables. La Comisión Nacional de Telecomunicaciones estará adscrita al Ministerio de Infraestructura a los efectos del control de tutela administrativa.”

3.4 Definición de Términos Básicos

Estándar: Se refiere a una norma contienen un catálogo de requisitos. Estos requisitos se refieren tanto a productos como a procesos. La estandarización recoge los deseos, las propuestas de todas las instituciones relevantes como son los fabricantes, las asociaciones de consumidores, los juristas, los centros de investigación, las entidades de certificación e inspección.

Láser: Es un dispositivo óptico que genera un haz luminoso de una sola frecuencia, monocromático, coherente y muy intenso, mediante la estimulación eléctrica o térmica de los átomos, moléculas o iones de un material

Modo: Se refiere a cada una de las posibilidades de configuración que adoptan las ondas electromagnéticas que viajan a través de una guía de onda. Un modo de propagación se caracteriza por sus condiciones de frontera, longitud de onda, polarización y dimensiones de la guía. En teoría, existen un número infinito de modos de propagación y cada uno tiene su frecuencia de corte a partir de la cual existe.

QoS: Es el acrónimo de Quality of Service, que en español significa calidad de servicio, se refiere a cualquier tecnología o protocolo que controla y administra el tráfico de una red, clasificándolo según tipos de datos específicos, con el objetivo de reducir la pérdida de paquetes, la latencia, y fluctuación, permitiendo así, definir el rendimiento promedio de una red de datos o de telefonía, particularmente visto por los usuarios de la misma.

Troncal: También llamado comúnmente el backbone, es el segmento de la infraestructura de una red que tiene como propósito principal servir de interconexión de diferentes redes LAN y WAN, que gracias a su alta capacidad y rendimiento permite el intercambio de datos. En términos de jerarquía, las redes troncales serían la raíz de toda red que necesite interconectarse con otras redes, como Internet.

CAPITULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de Investigación

El proyecto de pasantía se relaciona con la modalidad de investigación de tipo proyecto factible ya que se busca resolver los objetivos propuestos a través del planteamiento de una propuesta viable. De acuerdo con Balestrini (2002):

“los proyectos factibles son aquellos proyectos o investigaciones que proponen la formulación de modelos, sistemas, entre otros, que dan soluciones a una realidad o problemática real planteada, la cual fue sometida con anterioridad o estudios de las necesidades a satisfacer”

4.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación se refiere a la estructura de estudio del proyecto, y según Arias (2006) establece que “un proceso basado, en la búsqueda, recolección, análisis crítico de investigación de los datos secundarios, es decir los datos obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales”. De esta forma el proyecto es una investigación documental, ya que la información será extraída de autores anteriores.

4.3 Nivel de la Investigación

El nivel de investigación considerado para el estudio presente es de tipo descriptivo ya que se desea describir, en todos sus contextos, una realidad; y es así como Arias (2006) plantea que “la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento.

Hernández, Fernández y Baptista (2006) definen el enfoque cuantitativo como aquel que “usa la recolección de datos, para probar hipótesis, con base en la medición numérica y análisis estadísticos, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”. Y de acuerdo a las consideraciones anteriores, el estudio tiene un enfoque cuantitativo, debido a que se planea buscar el mayor número de personas posibles para recopilar la información necesaria para establecer un cuadro comparativo y comprobar el problema que la propuesta busca solventar.

4.4 Población y muestra

Población

Es necesario establecer una población a los cuales se les aplicará los instrumentos de recolección de datos, la cual es definida por Arias (2006) como “un conjunto finito o infinito con características comunes para las cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”. La población de la presente investigación estará conformada por los Sistemas de Información.

Muestra

Por otro lado, la muestra es la que permite evaluar la problemática, ya que la misma genera datos por medio de los cuales se pueden hacer deducciones o generalizar resultados de las fallas detectadas. Así mismo Arias (2006) define la muestra como “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. De esta forma, para la presente investigación, la muestra será representada por los Sistemas de Información Electrónicos.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En lo que se refiere a las técnicas e instrumentos de recolección de datos, Arias (2006) expresa que: “se entenderá por técnica, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información, y los instrumentos como los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar información”. Para el desarrollo de la investigación se emplearán las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos: observación directa y encuesta escrita.

- **Observación directa**

Según Tamayo (2007) la observación directa “es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación”. En base a este concepto, por estar en contacto directo simple con la problemática a investigar y sin forma participativa, esta técnica para la recolección de datos forma parte de las usadas en la investigación.

- **Entrevista no estructurada.**

Esta técnica puede definirse según Arias (2006) como “un interrogatorio "cara a cara" o por vía telefónica, en el cual el encuestador pregunta y el encuestado responde. Contraria a la entrevista, en la encuesta oral se realizan pocas y breves preguntas porque su duración es bastante corta.”. En base a esto, se empleará como instrumento un formato virtual con un conjunto de preguntas al que el encuestado responderá sin intervención del encuestador, al que se le denomina cuestionario autoadministrado.

- **Entrevista estructurada.**

Por su parte, el experto en metodología avanzada, Murillo, J (2013), define este tipo de entrevista como:

“El investigador planifica una gran batería de preguntas que irán coordinadas por un guion realizado de forma secuenciada y dirigida. El entrevistado no podrá realizar ningún tipo de comentario, ni apreciaciones. Las preguntas serán de tipo cerrado y sólo se podrá afirmar, negar o responder una respuesta concreta y exacta sobre lo que se le pregunta.”

En este sentido, la entrevista estructurada, al ofrecer sistematización, permite un alto grado de análisis y objetividad en sus resultados, cuestión que favorecerá el nivel de confiabilidad de sus resultados. Dicha entrevista se realizará a expertos en el área de telecomunicaciones, para certificar el nivel de funcionalidad y calidad de los contenidos reflejados en el manual, una vez que éste se haya desarrollado. Es importante acotar, que la entrevista se encuentra en el anexo A, y está orientada a estudiar las variables planteadas en la tabla de operacionalización de variables que se encuentra en el anexo B. Así mismo, la tutora metodológica universitaria Jully

Suescun Rondón, certificó el grado en el que la entrevista mide dichas variables, por medio del instrumento de validación que se encuentra en el anexo C.

4.6 Técnicas de Análisis de Datos

Según Arias (2006), "en este punto se describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan". Los resultados de las técnicas usadas para recolección de datos es decir el cuestionario de preguntas no dicotómicas, serán evaluados con una matriz FODA, además se usará diagrama de Pareto, Ishikawa y gráfico de torta.

4.7 Fases Metodológicas

- I. Contextualizar las fallas más recurrentes en los procesos de instalación de redes FTTH.
- II. Definición en base a estándares internacionales, los métodos para optimizar los procesos de instalación de redes FTTH.
- III. Selección del software indicado para el desarrollo de la interfaz gráfica del manual.
- IV. Evaluación del manual sobre la base del juicio de expertos y sus usuarios.

Fase I. Contextualización de las fallas más recurrentes en los procesos de instalación de redes FTTH.

1. Describir los tipos de fallas más frecuentes en las etapas de diseño e instalación de las redes.
2. Calificar los niveles de afectación de la red, por causa de errores cometidos en su respectiva elaboración.

Fase II. Definición en base a estándares internacionales, los métodos para optimizar los procesos de instalación de redes FTTH.

1. Seleccionar en base a las fallas recurrentes diagnosticadas, los estándares internacionales dictados por instituciones en la materia, que rijan los procesos de instalación correctos en redes FTTH.
2. Elaborar una lista con aspectos claves que regirán los métodos óptimos para cada etapa dentro de la construcción de la red.

Fase III. Selección del software indicado para el desarrollo de la interfaz gráfica del manual.

1. Delimitación del plan de alcances y competencias de la interfaz.
2. Elaboración de matriz FODA con las propuestas de lenguajes de programación para el desarrollo del aplicativo.
3. Elegir el software más favorable que permita el logro de los objetivos, alcances y competencias establecidas para el manual inteligente.

Fase IV. Evaluación del manual sobre la base del juicio de expertos y sus usuarios.

1. Identificar las variables en la construcción e instalación de redes FTTH que se verían mejoradas al momento de hacer uso del manual.
2. Realizar una encuesta al personal calificado sobre el cumplimiento de los parámetros descritos para la optimización de las redes, y la eficiencia del manual en los mismos.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 Contextualización de las fallas más recurrentes en los procesos de instalación de redes FTTH.

En el desarrollo de esta fase se realizó un diagnóstico de la problemática central que fue planteada por la empresa, mediante observación directa por parte de la investigadora, de las fallas reportadas dentro del departamento de construcción e instalación de FTTH, y de forma posterior, específicamente en el área de diseño de las redes, con ayuda de entrevistas no estructuradas hacia el personal técnico y de ingeniería, se logró el suministro de datos que conllevó a la elaboración de las tablas y diagramas presentados como contribución al estudio en cuestión.

5.1.1 Describir los tipos de fallas más frecuentes en las etapas de diseño e instalación de las redes.

Como en todo proyecto de ingeniería, el proceso debe ser dividido y subdividido en etapas que permitan ejercer un mayor control sobre cada aspecto que sea necesario para seguir con el curso del plan, y en el caso de las redes de fibra óptica, específicamente las redes de fibra hasta el hogar, FTTH por sus siglas en inglés, no se hace una excepción. En la empresa NETUNO, C.A, el estudio va enfocado principalmente al departamento de operaciones, donde se observó el modo de trabajo y la segmentación de responsabilidades para llevar a cabo cada proyecto de red.

En dicho departamento, la elaboración de las redes de FTTH se dividen en 4 etapas fundamentales, la primera es la etapa de levantamiento, que consiste en dirigirse hacia el urbanismo que el departamento de ventas haya asignado, donde el personal técnico deberá obtener toda la información concerniente a distribución de viviendas, cantidad de posibles usuarios, el tipo de instalación sugerida según la

arquitectura, croquis de toda la localidad señalando cada punto de interés para el diseño, entre otros factores.

La segunda etapa es la de diseño, en la cual el ingeniero encargado debe en concordancia con lo entregado por el técnico de levantamiento, diseñar toda la red, asegurándose de adaptar cada decisión del diseño a los diferentes factores únicos que presenta la localidad, por otro lado, la tercera etapa consiste en la construcción e instalación de la red, la primera parte, se refiere a la construcción de la red de alimentación y distribución y es en su mayoría realizada por contratistas y no por la empresa en sí, en cambio, a lo que la empresa hace referencia como instalación, es específicamente al área de usuario de la red, la cual si es únicamente trabajada por ingenieros y técnicos empleados de la empresa, sin embargo, con fines de practicidad, en la investigación se hace referencia a esta tercera etapa simplemente como etapa de instalación.

De esta manera, de última y con gran relevancia, se encuentra la etapa de certificación, en la que se realizan las pruebas de medición correspondientes para evaluar los niveles y la calidad del enlace óptico. A continuación en la figura 28 se demuestra un diagrama de flujo de las etapas que se acaban de describir.



Figura 28. Diagrama de flujo: Etapas de un proyecto FTTH en el departamento de operaciones de la empresa NetUno, C.A.

Fuente: Bierkamp, K. (2022)

En el diagrama se refleja claramente, que para llevar a cabo los proyectos, cada etapa es dependiente de la anterior, lo cual exige que cada proceso sea realizado con niveles de excelencia superiores, tomando en cuenta no solo los tiempos de culminación de cada etapa, sino también los niveles de calidad, puesto que cada factor que sea dejado al descuido, olvidado o con resultados deficientes, será acarreado a la siguiente etapa del proyecto, aumentando los rangos de errores, provocando que gran parte del trabajo deba rehacerse, o simplemente, incurriendo en desmejoras a la calidad del servicio que pueda ofrecer la red óptica final.

En vista de lo anterior, se tuvo la necesidad de realizar entrevistas no estructuradas a trabajadores dedicados a las etapas de diseño e instalación, por ser las de objeto de estudio y además, con las de más peso en la elaboración de los proyectos, esto con la finalidad de obtener respuestas a profundidad que permitan crear juicios de valor mediante preguntas enfocadas específicamente al área del entrevistado, esto es posible gracias a que la entrevista no estructurada según la descripción de Folgueiras, P (2004) es aquella que “se construye simultáneamente a partir de las respuestas de la persona entrevistada. Las respuestas son abiertas y sin categorías de respuesta establecidas a priori”.

La entrevista fue realizada a un total de 16 empleados, figurando entre ellos ingenieros y técnicos del área de diseño e instalación, fue realizada de forma individual para favorecer la receptividad y que cada uno pudiese tener la libertad de dar sus puntos de valor personales de acuerdo a su día a día laboral. Como es de esperarse, los entrevistados, tuvieron algunas acotaciones diferentes, sin embargo, hubo muchas respuestas coincidentes que se sintetizarán todas más adelante, por ahora se hará un análisis por separado de los resultados arrojados según sea diseño o instalación.

En este sentido, se empezó por el área de instalación, en este caso los entrevistados curiosamente todos empezaban haciendo hincapié en la ausencia de control sobre los procesos, indicando que muchas de las tareas se realizan de forma intuitiva sin una

planificación estructurada, en relación a las fallas más frecuentes sugirieron que en la mayoría de las ocasiones surgen cortes de fibra, ocasionados en su mayoría por no contar con indicaciones sobre cuál método de instalación es el más indicado, puesto que normalmente las construcciones de la red desde la parte de alimentación, distribución hasta el usuario, se realiza bajo la primera opción claramente visible según el entorno, sin consideración de alternativas que pudiesen tener resultados mucho más eficientes.

Cabe destacar, que dentro de las opiniones de muchos, se encontró que consideran como un factor relevante, que debido a que en la empresa se trabaja en conjunto con varias empresas contratistas para esta etapa de implementación de la red, no existe una unificación en la forma de trabajar y presentar la red, es decir, cada contratista emplea métodos diferentes de instalación, afectando aspectos de trabajo como las cantidades de reserva de fibra, la tracción que le ejercen al cable, algunos usan empalmes por fusión y otros mecánicos, los tubos PVC que utilizan para los conductos y subconductos no suelen ser los adecuados para las condiciones orográficas del terreno, entre otros.

Además, hicieron énfasis en que algunos empalmes presentan pérdidas más elevadas de potencia de las que deberían por normativa, llegando inclusive a 0.6-0.8dB de atenuación, algunos aludieron las causas a poca capacitación de algunos técnicos, a inhomogeneidades en la fibra por incorrecta limpieza, situación que también se presenta en la terminación de la fibra cuando se van a emplazar los conectores a la misma, además de que en ocasiones la causa no es ninguna de las anteriores, sino por defectos de fábrica que hacen que las fibras presenten una mayor dispersión por fluctuaciones en su composición o por diminutas y casi imperceptibles variaciones en su núcleo, imposibilitando un empalme de calidad.

Por último, señalaron el hecho de que por las normativas impuestas por CANTV de solicitar permisos para poder hacer uso de las Vías Generales de Telecomunicaciones, es decir, tanquillas o postes pertenecientes a la entidad, y aunado a la creciente demanda de clientes, se ven considerablemente retrasados por la espera de la aceptación del proyecto, situación que los empuja a tener que improvisar rutas

que no son las más adecuadas para la localidad en cuestión, dejando la fibra muchas veces expuesta a daños por exceso de tracción, de ruptura por piedras o por roedores en el caso de las instalaciones subterráneas, e incluso sometidas bajo condiciones ambientales muy severas, sin seguir ningún tipo de lineamiento o normativa, factores que perjudican con gran intensidad los presupuestos de potencia óptica inicialmente planteados.

Ahora bien, en el caso de los empleados de diseño, cabe acotar que únicamente hay un ingeniero encargado oficialmente de los diseños de redes FTTH, sin embargo, también participaron en la entrevista ingenieros pertenecientes a las empresas contratadas de construcción que en el caso de los proyectos para tendidos troncales, los cuales intervienen en la etapa de levantamiento y trabajan en conjunto con el ingeniero de diseño, además, durante el tiempo de pasantía dentro de la empresa, la autora de la investigación estuvo encargada de realizar todos los diseños residenciales de FTTH de la empresa, por lo cual, también se incluyen las observaciones directas de ella.

Esta etapa es la columna vertebral del proyecto, pues en ella se diseña todo lo concerniente a la estructura, y distribución de la red, se contemplan diferentes alternativas, y todo debe estar adaptado a las condiciones únicas de cada zona, ya sea residencial, o para tendidos troncales de fibra, y todo esto, basado en la información que es entregada por los técnicos o contratistas encargados de la etapa de levantamiento, es allí donde se presenta el primero de los inconvenientes descritos, puesto que, en muchas ocasiones, la información reflejada en el croquis no está en perfecta concordancia con la realidad, como por ejemplo, la toma de coordenadas UTM de la ubicación geográfica de cada tanquilla o poste, la distancia entre ellos, registros fotográficos, e inclusive, las rutas sugeridas, en ocasiones no resultan ser las más convenientes, y como el personal de diseño no va directamente al lugar, debe confiar plenamente en que esa ruta pre-establecida es la alternativa más eficiente según el entorno, teniendo como consecuencia, diseñar una red, y aprobarla, para que luego el personal de instalación deba darse cuenta en calle que el diseño no es el más apropiado, es allí donde se da lugar a improvisaciones, o a retraso, por la necesidad de rehacer el diseño de la red, lo cual indica una fuerte necesidad de establecer

normativas sobre lo que es estrictamente necesario cumplir, y la información a recabar en esa etapa de levantamiento, que asegure un diseño basado en datos confiables.

Resulta interesante mencionar, que una de las mayores inquietudes del ingeniero encargado de los diseños, es la falta de un registro, o base de datos, de la red, en un formato más específico, porque aunque si bien es cierto que la empresa cuenta con una serie de planos de la ubicación de cada nodo, del recorrido de cada tramo de fibra perteneciente a la empresa, de las NAP, OLT, y usuarios, tanto residenciales como empresariales, estos planos contienen una información muy general, y lo que se requiere es un registro de diagramas unifilares que indiquen hilo por hilo, cada enlace óptico, especificando con la nomenclatura indicada, desde donde parte y hasta donde llega cada hilo de fibra, con la finalidad de ejercer un mayor control sobre toda la red, disminuir los tiempos de mantenimiento, de solución de fallas, de diseño, e incluso, disminuir la pérdida de recursos que por desconocimiento, no se utilizan.

Además de lo anterior, las respuestas coincidían con las obtenidas en la entrevista al personal de instalación, sin embargo, mediante observación directa, la autora pudo observar que en los diseños, muchas veces no se contempla un cálculo preciso del presupuesto de potencia óptica de cada enlace, lo cual puede estar provocando pérdidas mayores de las debidas, que signifiquen disminución de velocidad de navegación para los clientes, además de eso, la falta del establecimiento de un punto de equilibrio entre el porcentaje de cobertura mínimo que la empresa establece para sus diseños (que es de un 30% del total de usuarios en la zona), y las necesidades específicas del urbanismo que deberían ser suministradas por el departamento de ventas, y confirmadas por el personal de levantamiento al momento de entregar el croquis, ya que este desajuste, provoca en repetidas ocasiones el desperdicio o requerimiento de más puertos de usuarios, provocando, en este último caso, desde un re-diseño de la red hasta incluir más nodos OLT para la zona.

Para concluir, sería bueno sintetizar las fallas más frecuentes según los trabajadores de diseño, instalación, y la observación directa de la investigadora dentro del departamento de operaciones:

1. No adaptar los métodos de instalación al entorno, bajo normativas estandarizadas. Ausencia de planificación bajo contemplación de alternativas.
2. Corte de fibra.
3. Empalmes y terminación de fibra deficientes.
4. No contemplar cálculos específicos de presupuesto de potencia óptica dentro de cada diseño de red.
5. Desajuste de necesidades en la cantidad de puertos diseñados.
6. Falta de registros exactos de la red con modelos de diagramas unifilares.

5.1.2 Calificar los niveles de afectación de la red, por causa de errores cometidos en su respectiva elaboración.

Una vez realizada la descripción de las principales fallas en la implementación de las redes FTTH, y sus posibles causalidades, basada en las respuestas y opiniones de los empleados de las áreas de diseño e instalación del departamento de operaciones de NetUno, C.A, es necesario identificar sus raíces y sus posibles soluciones, para ello se hará un análisis cualitativo mediante un diagrama de Ishikawa, o comúnmente llamado diagrama de espina de pescado o causa-efecto, que se representa en la figura 29. Sobre el diagrama de Ishikawa, Peinado, J y Graeml, A (2007), establecen que:

“presenta la relación existente entre el resultado no deseado o no conforme de un proceso (efecto) y los diversos factores (causas) que pueden contribuir a que ese resultado haya ocurrido. Se utiliza principalmente para ampliar la visión de las posibles causas de un problema, viéndolo de manera más sistémica y completa”.



Figura 29. Diagrama de Ishikawa.

Fuente: Bierkamp, K. (2022)

A partir del diagrama causa-efecto, se logran identificar las causas que repercuten en los problemas de peso del producto, facilitando de esta manera la discusión, el análisis de posibles soluciones para problemas asociados a la problemática y de las cualidades que tienen cada una de las variables que afectan el proyecto. El hecho de que la información obtenida provenga de entrevistas no estructuradas al personal y trabajadores de la línea resultó ventajoso en la toma de datos necesarios para atacar la problemática, pues se incluyen vivencias diarias y personales que permiten debatir sobre los factores más predominantes y su impacto en la calidad de diseño, instalación y funcionamiento de las redes FTTH ofrecidas por la empresa. A su vez, a partir de dicho mecanismo de recolección de datos y de la observación directa de la investigadora, se pudo establecer cuáles variables influían mayormente en el problema.

Es así como, por medio de una tabla de frecuencias (tabla 1), se organizan los datos estadísticos obtenidos del diagrama causa-efecto, una herramienta cualitativa, y se convierten en una herramienta cuantitativa al asignarles una frecuencia correspondiente, para construir posteriormente un diagrama de Pareto.

En cuanto al diagrama de Pareto, creado por el Dr. Joseph Juran en honor al economista italiano Vilfredo Pareto, Sales, M (2020) establece que:

“es una gráfica que permite detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales). Este principio señala que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos”

Es decir, se aplicará como herramienta para el análisis de la calidad, siguiendo la regla del 80/20, con la finalidad de proponer una solución para el 80% del problema, con el 20% de sus causas, las más vitales, para determinarlos, utilizaremos la siguiente tabla de frecuencias.

Tabla 1. Tabla de frecuencias de fallas descritas según una muestra de 16 empleados entrevistados más la observación directa de la investigadora.

Falla	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Fr%	Fr% acumulada
Metodología deficiente.	6	6	0,352941176	35,29411765	35,29411765
Corte de fibra	3	9	0,176470588	17,64705882	52,94117647
Empalmes y terminación	2	11	0,117647059	11,76470588	64,70588235
Cálculo de presupuesto óptico	2	13	0,117647059	11,76470588	76,47058824
Desajuste en la cantidad de puertos	2	15	0,117647059	11,76470588	88,23529412
Falta de registros de la red	2	17	0,117647059	11,76470588	100
TOTAL	17		1	100	

Fuente: Bierkamp, K (2022).

De acuerdo con la tabla de frecuencias anterior, se prosigue a obtener el diagrama de Pareto, que consiste en estudiar dos factores, unas columnas o barras extendidas ordenadas en orden decreciente según su respectiva frecuencia absoluta, las cuales tienen asignado un punto perteneciente a una línea creciente correspondiente a la frecuencia relativa porcentual acumulada, de tal forma que refleje hacia donde debe ir el enfoque para la solución del problema, permitiendo la solución del 80% de los problemas, con la corrección de únicamente el 20% de las

causas, esto, es en sí, el principio de Pareto, el cual establece que la relación entre las entradas y las salidas no es equilibrada.

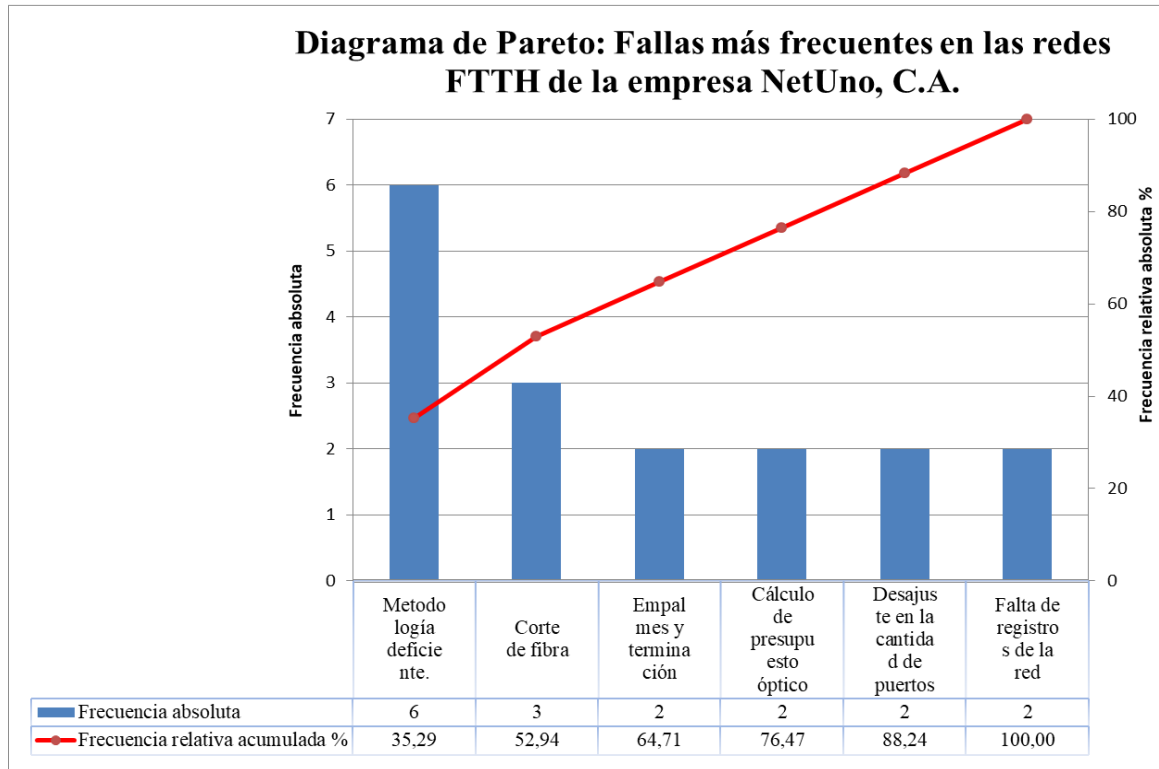


Figura 30. Diagrama de Pareto: Fallas más frecuentes en las redes FTTH.

Fuente: Bierkamp, K. (2020).

En tal sentido, se procedió a estudiar todas las variables dispuestas en el diagrama y evaluar cuáles resultaron menores o iguales a 80%, obteniendo así un total de 4 seleccionadas dentro de este parámetro, que son: Metodología de instalación deficiente con frecuencia relativa acumulada del 35,29%, corte de fibra con 52,94%, empalmes y terminación deficientes con el 64,71%, y el cálculo de presupuesto óptico con 76,47% del total, tal como lo dice Pareto, siendo estos 4 parámetros las variables de mayor impacto dentro de la solución del problema: Mejorar la calidad de las redes FTTH, mediante sus diferentes etapas de implementación.

De esta manera, y en concordancia con lo establecido por el principio de Pareto, dentro de las variables directas o de mayor impacto existe una que posee mayor incidencia sobre las demás, para efectos del diagrama resultó ser la Metodología de instalación deficiente, que por sí solo representa el 35,29%, este valor es indicativo de que presenta un considerable índice de importancia ante las demás con respecto a la problemática existente. De hecho, resulta interesante porque, este parámetro fue descrito por los entrevistados, como la metodología de los procesos en cada una de las etapas, con énfasis en la instalación porque resulta ser la de más acumulación de errores, sin embargo, se puede notar que mejorando los métodos en cada una de las etapas, es posible reducir las demás fallas presentadas, todo, basado en estándares, unificando los procesos, desde la planificación, el diseño, hasta la construcción y certificación.

5.2 Definición en base a estándares internacionales, los métodos para optimizar los procesos de instalación de redes FTTH.

Con la finalidad de disminuir las fallas que se presentan en cada etapa de la elaboración de las redes de FTTH, se deben definir los estándares y/o recomendaciones que han sido establecidos por instituciones expertas en la materia, entre las cuales destacan: La ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones), TIA (Asociación de la Industria de Telecomunicaciones), FOA (Asociación de Fibra Óptica), ANSI (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares), NECA (La Asociación Nacional de Estados Unidos de Contratistas Eléctricos), entre otras. Es así, como, en función de las fallas, se elegirán los estándares más adecuados pertenecientes a dichas instituciones, de esta manera se podrán cubrir los puntos claves de cada etapa, para poder determinar los paso a paso que se deben establecer en los métodos que se reflejarán en el manual, de forma que estos aseguren el control de calidad estandarizado que se busca con el proyecto.

5.2.1 Seleccionar en base a las fallas recurrentes diagnosticadas, los estándares internacionales dictados por instituciones en la materia, que rijan los procesos de instalación correctos en redes FTTH.

Si de estándares se trata, es preciso empezar por su conceptualización, sin dejar de mencionar el concepto de estándar desarrollado en el marco del trabajo de la ISO (cuyas siglas en inglés se traducen al español como, Organización Internacional de Normalización) que se ha transformado en referencia obligatoria en el ámbito internacional en diferentes rubros y materias. Según la ISO: “Los estándares son acuerdos (normas) documentados que contienen especificaciones técnicas u otros criterios precisos para ser usados consistentemente como reglas, guías, o definiciones de características para asegurar que los materiales productos, procesos y servicios se ajusten a su propósito”. En este sentido, la ISO, expresa que un estándar establece una guía teórica y técnica, de pasos que se deben seguir para llevar a cabo un proceso, y debido a que son dictados por organizaciones o autoridades científicas expertas en el rubro, y que son de público conocimiento, permiten establecer confianza para realizar un juicio de valor donde se puedan medir variables y control de calidad del proceso o producto en cuestión.

En el mismo orden de ideas, se procederá a detallar cada uno de los estándares concernientes a las redes de fibra óptica, los cuales son los más empleados y conocidos en la industria, y que además resultan relevantes para poder dar solución a las fallas que se presentan en las redes de FTTH de la empresa NETUNO, C.A. El primero de los estándares a tratar, es el mundialmente conocido ITU-T G.984.x (x=1,2,3,4,5,6,7), pertenece a la Unión Internacional de Telecomunicaciones, que es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT.

El ITU-T G.984.x, en 2003-2004 sentó las bases de la tecnología GPON, la cual es una tecnología de acceso de telecomunicaciones que utiliza fibra óptica para llegar hasta el suscriptor. Es una recomendación extensa y muy compleja que no solo ayuda a tomar bases en el diseño y certificación de topologías GPON, sino que también

proporciona un criterio amplio que busca optimizar los recursos como elementos pasivos, además de proyectar diseños ideales para evitar trabajos después de la construcción, es decir, que engloba buena parte de lo que se busca normalizar en los procesos de la elaboración de la red. Se verán a continuación los enfoques de cada Recomendación ITU-T G.984.x:

- **G.984.1 “Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Características generales”**: Trata sobre las características generales de los sistemas de redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits (GPON), con objeto de orientar y motivar las especificaciones de la capa física y de la capa de convergencia de transmisión, en conjunto con sus alcances físicos y lógicos. Las características generales incluyen ejemplos de servicios, de interfaces usuario-red (UNI, user network interface) e interfaces de nodo de servicio (SNI, service node interface) que son necesarios para los operadores de red. Además, se ilustran las principales configuraciones de instalación o arquitecturas.
- **G.984.2 “Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Especificación de la capa dependiente de los medios físicos”**: Se centra principalmente en los servicios de soporte de red con requisitos de anchura de banda que van desde los servicios vocales hasta los servicios de datos con velocidades de gigabits por segundo. Además, se incluyen servicios distributivos. La OAN contemplada en esta Recomendación debe permitir que el operador de red ofrezca versiones mejoradas con la suficiente flexibilidad para satisfacer las necesidades futuras de sus clientes, en particular en la zona de la red de distribución óptica (ODN, Optical Distribution Network). La ODN considerada se fundamenta en la opción de árbol y rama punto a multipunto. Igualmente, en los apéndices se contemplan las distintas consideraciones que se han de tener en cuenta a fin de realizar un mecanismo de nivelación de potencia estable y eficiente.
- **G.984.3 “Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Especificación de la capa de convergencia de transmisión”**: Esta recomendación se centra

en describir redes de acceso flexibles utilizando tecnología de fibra óptica, principalmente redes PON con la capacidad de transportar varios servicios entre la interfaz usuario-red y la interfaz del nodo de servicio. Incluye especificaciones de administración de energía de la unidad de red óptica (ONU) basada en el protocolo. Es decir, este estándar está enfocado en tratar las especificaciones para el formato de trama, el método de control de acceso a los medios, de determinación de distancia, la funcionalidad de operación, administración y mantenimiento (OAM) y la seguridad en las redes GPON, aspectos que, aunque son supremamente relevantes, no competen a las áreas de diseño o instalación de las redes, las cuales, son la clave central que se busca estandarizar en el proyecto.

- **G.984.4 “Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Especificación de la interfaz de control y gestión de la terminación de red óptica”:** Especifica la interfaz de control y gestión de terminación de red óptica (OMCI) para el sistema G-PON definido en (UIT-T G.984.2) y (UIT-T G.984.3) para permitir la interoperabilidad de múltiples proveedores entre la terminación de línea óptica (OLT) y la ONT. El enfoque de esta especificación OMCI está en las ONT de fibra hasta el hogar (FTTH); sin embargo, también se aborda el soporte para unidades de red óptica (ONU). Además esta recomendación define un protocolo necesario para soportar las capacidades identificadas para estos ONT. También permite componentes opcionales y futuras ampliaciones.
- **G.984.5 “Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Banda de Ampliación”:** Se menciona, para evidenciar su existencia, sin embargo, este documento no pudo ser consultado por estar restringido para TIES, TIES es un servicio de intercambio de información de telecomunicaciones que esta solo disponible para miembros de la propia ITU.
- **G.984.6 “Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Extensión del alcance”:** Esta Recomendación se refiere a los sistemas GPON con balances de enlace óptico hasta los límites lógicos de la capa de convergencia de

transmisión (TC). Refiriéndose a "extensión del alcance" mayor capacidad óptica, que incluye tanto el aumento de la longitud total de la fibra y el aumento de la relación de división general. Las principales preocupaciones abordadas son el aumento de la pérdida presupuesto y la gestión de deficiencias ópticas.

Como pudo observarse, el estándar ITU-T G.984.x cubre varias de las características generales de las redes de fibra óptica de tecnología GPON, sin embargo, para fines del proyecto, es necesario complementar con otros estándares y recomendaciones, uno de ellos es el también perteneciente a la Unión Internacional de Telecomunicaciones, el ITU-T G.983.1.

Este estándar ITU-T G.983.1 es una Recomendación sobre los Sistemas de acceso óptico de banda ancha basados en redes ópticas pasivas, teniendo por objeto describir redes de acceso flexibles que utilizan la tecnología de fibras ópticas. Trata principalmente una red para el soporte de servicios que requieran una anchura de banda superior a la correspondiente a la velocidad binaria básica de la RDSI, que incluiría servicios de vídeo y de distribución, además de proponer los requisitos de la capa física y especificaciones para la capa dependiente del medio físico, la capa TC y el protocolo de determinación de distancia de una red óptica pasiva de banda ancha.

Así mismo, otro de los estándares importantes es el ITU-T G.911, el cual define los parámetros y la metodología de cálculo de la fiabilidad y la disponibilidad de los sistemas de fibra óptica incluidas la fiabilidad de los dispositivos y la disponibilidad de los canales transmitidos a través de los sistemas, de hecho, en la figura 31 se puede observar un esquema de contenido de esta recomendación.

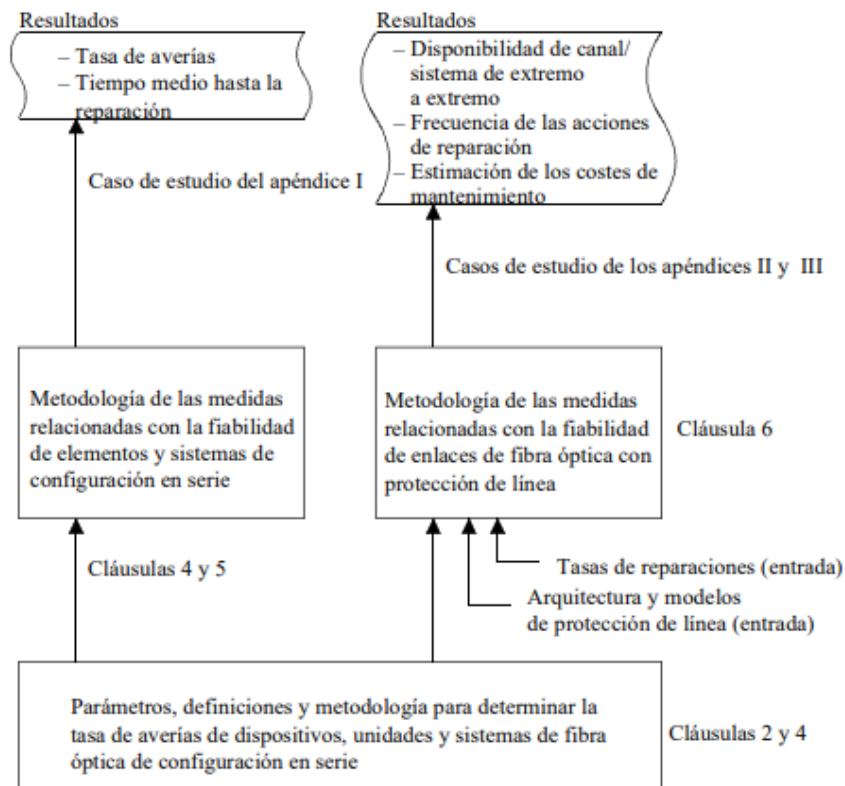


Figura 31. Recomendación ITU-T G.911x

Fuente: ITU-T G.911x (1997).

Otra Recomendación pertinente, de la ITU, es la G.652, la cual describe las características geométricas, mecánicas y de transmisión de fibras y cables ópticos monomodo cuya longitud de onda de dispersión nula está situada en torno a 1310 nm, haciéndose imprescindible, puesto que permite comparar todas las características de la fibra para poder hacer uso de aquella que más se adapte a las necesidades de la red, las características del terreno, distancias, y tipos de instalaciones que requieran las redes que se van a elaborar, pues esto determina en gran medida la calidad de servicio que se ofrece en la red.

De la misma manera en que es necesario conocer las característica de la fibra óptica para el diseño de la red, es igual de importante, que ya en el trabajo de campo, al momento de realizar la instalación y el cableado, pueda trabajarse de forma ordenada, con un código de colores para cada hilo de fibra, para lo cual, la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones creó una norma la cual es TIA-

598-C la cual proporciona toda la información necesaria para la codificación por colores de cables de fibra óptica de una manera uniforme, como se muestra en la figura 32, definiendo los esquemas de identificación para fibras, fibras amortiguadas, unidades de fibra y grupos de unidades de fibra dentro de los cables de fibra óptica fuera de la planta y las instalaciones. Este estándar permite identificar las unidades de fibra mediante una leyenda impresa. Este método puede usarse para la identificación de cintas de fibra y subunidades de fibra. La leyenda contendrá un número y/o color de posición numérico impreso correspondiente para su uso en la identificación, de hecho es de vital importancia para realizar el diagrama unifilar de la red, a modo de identificar con exactitud no solo la ubicación de cada equipo, sino también las conexiones de cada hilo de fibra, con su número y color correspondiente, esto no solo permite un registro preciso de la red, sino que ahorra tiempo, errores, y mejora la calidad de repuesta ante fallas en la red.

Código de colores de fibra óptica según TIA-598		
Número de posición del hilo	Color Codificado	
1	Par 1	Azul
2		Naranja
3	Par 2	Verde
4		Marrón
5	Par 3	Gris
6		Blanco
7	Par 4	Rojo
8		Negro
9	Par 5	Amarillo
10		Violeta
11	Par 6	Rosa
12		Turquesa
13	Par 7	Azul con línea negra
14		Naranja con línea negra
15	Par 8	Verde con línea negra
16		Marrón con línea negra
17	Par 9	Gris con línea negra
18		Blanco con línea negra
19	Par 10	Rojo con línea negra
20		Negro con línea amarilla
21	Par 11	Amarillo con línea negra
22		Violeta con línea negra
23	Par 12	Rosa con línea negra
24		Turquesa con línea negra

Figura 32. Código de colores TIA-598C.

Fuente: <https://soporte.syscom.mx/es/articles/3453579-codigo-de-colores-para-fibra-optica-segun-la-norma-tia-598-c>

Es momento entonces, de abarcar la parte de instalación de la red, para ello se necesitarán normas, estándares o recomendaciones que guíen las técnicas que deben llevarse a cabo para proceder con un correcto cableado de toda la zona, abarcando toda la extensión del diseño, respetando las normas, y de acuerdo al tipo, ya sea subterráneo o aéreo, en interiores o exteriores, para ello, y después de muchas investigaciones, se determinó que los documentos más apropiados, que son bastante entendibles y detallados con exactitud en cada procedimiento, son una serie de guías avaladas y escritas por la Fiber Optic Association, que es, según la misma FOA: “una asociación educativa internacional sin fines de lucro creada para promover el profesionalismo en fibra óptica a través de la educación, la certificación y los estándares. FOA es también un organismo de certificación reconocido internacionalmente”.

En concreto, una de las guías mayor desarrolladas por la FOA, es la OSP Fiber Optics Civil Works Guide, la cual, ofrece las pautas necesarias para el diseño, instalación e inclusive la certificación de redes de fibra óptica, además de los lineamientos de seguridad para las instalaciones del cableado, sirve como guía precisa y con un alto grado de flexibilidad para entender cada detalle, cubre todos los aspectos técnicos que resguardan las características que requiere la red para asegurar una alta fiabilidad y confianza en la misma, como aspectos de la fibra, de terrenos, materiales, interferencias en vía como los árboles, los tendidos subterráneos ya sea por canalizaciones o directamente enterrados, los tendidos aéreos, y por supuesto, también incluye las instrucciones de certificación de pre-instalación.

Además de la guía anterior, hay una muy destacable porque ofrece la particularidad de que fue redactada en conjunto con muchos contratistas y proveedores del área de la fibra óptica, lo cual, garantiza que se tomen en cuenta todos los aspectos que muchas veces se ven claramente es en el campo, donde las condiciones no son ideales, esta asociación permitió la creación de la norma NECA/FOA 301, esta norma describe los procedimientos para instalar y probar redes

de cableado que utilizan fibra óptica cables y componentes relacionados para transportar señales para comunicaciones, seguridad, control y similares propósitos. Define un nivel mínimo de calidad para instalaciones de cable de fibra óptica, y es ideal para los tópicos de seguridad en instalación, requerimientos en instalación, el uso ideal para cada tipo de cable de fibra óptica, terminación de fibra óptica, y además, certificación de fibra óptica.

Y, aunque no es un estándar, es destacable el libro “Instalaciones de fibra óptica. Fundamentos, técnicas y aplicaciones” del ingeniero Bob Chomycz, quien con más de 29 años de experiencia en ingeniería, construcción, gestión y operación de redes de telecomunicaciones, es el fundador, presidente e ingeniero jefe de Telecom Engineering, Inc., que se especializa en proporcionar diseños de ingeniería, servicios de instalación y productos para soluciones de redes cableadas, inalámbricas y de fibra óptica a empresas globales. El mencionado libro, es muy completo, y toma en cuenta cada factor clave de las instalaciones de fibra óptica, desde el punto de vista de diseño, como de campo.

En última instancia, si se trata de certificar la red, hay un estándar más preciso, este es el EIA/TIA 526-7 y el EIA/TIA 526-14, para fibra monomodo y multimodo respectivamente, los cuales se especializan en la pérdida de potencia óptica en cables de fibra instalados en planta o en el exterior, en los cuales se reflejan diversos métodos de certificación, y el uso de equipos como OTDR, power meter y fuentes de luz.

Una vez que se han descrito los principales enfoques de los estándares y recomendaciones que más destacan en cuanto a diseño, instalación, construcción y certificación de las redes de fibra óptica, es momento de hacer una elección adecuada de los mismos, con base a las fallas diagnosticadas en la primera fase metodológica, de esta manera, se seleccionará el estándar más adecuado para una falla específica. Dicha selección se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Asignación de estándares a cada falla.

Falla	Estándar o Recomendación
Metodología deficiente	Todos los estándares implica la mejora a esta falla, pero específicamente el G.984x
Corte de fibra	G.983.1, G.652 y OSP Fiber Optics Civil Works Guide
Empalmes y terminación	NECA/FOA 301, TIA 526-7 y TIA 526-14
Cálculo de presupuesto óptico	G.984.2
Desajuste en la cantidad de puertos	G.984.1
Falta de registros de la red	TIA 568-C

Fuente: Bierkamp, K (2022).

5.2.2 Elaborar una lista con aspectos claves que regirán los métodos óptimos para cada etapa dentro de la construcción de la red.

En esta división de la fase, se busca describir cuales son los detalles importantes que se deben tener en consideración dentro del desarrollo de los métodos para cada tópico, entiéndase, las etapas del proyecto de red, de forma que se puedan establecer procedimientos que contemplen todos los ángulos o alternativas críticas dentro de las mismas, asegurando así, que se ejerza un control de calidad al poder cubrir dichos aspectos claves con la solución que brindan los estándares y normas ya seleccionadas, para realizar esto con más eficacia, se abordará de forma individual, con aspectos y consideraciones específicas para cada etapa: Etapa de levantamiento, de diseño, instalación (con sus respectivas subdivisiones), y certificación.

Para iniciar, empecemos con la primera de las etapas involucradas, la etapa de levantamiento, la cual lleva ese nombre porque es en la que se recaba toda la información necesaria de la zona donde se desea realizar el proyecto de fibra óptica, ésta es muy importante ya que los técnicos deben asegurarse de obtener

con suma precisión cada detalle de la misma, puesto que un error en esta etapa, se acarreará a las posteriores, afectando el diseño y por consiguiente la construcción, teniendo como consecuencia múltiples fallas en la red, y desperdicio de recursos de la empresa. Dicho de esta manera, se puede enumerar una lista de los aspectos fundamentales que se deben considerar a la hora de establecer un método o guía para esta etapa:

Aspectos claves en la etapa de levantamiento:

- a) Identificar el proyecto por nombre, y ubicación geográfica, detallando calles, avenidas y/o puntos de referencia cercanos a la localidad. Si es posible, trabajar con herramientas de geolocalización para registrar las coordenadas UTM.
- b) Definir el tipo de red que se desea construir en la zona (en este caso, como concierne únicamente a FTTH, sería si se trata de una red residencial o troncal).
- c) De acuerdo a la ubicación de la localidad, definir cuál es la ruta más cercana hacia ella desde la red principal de la empresa, y ubicar los nodos GPON más cercanos a la misma, para verificar la disponibilidad del mismo, o si hay que colocar nuevo(s).
- d) Registrar la cantidad total de usuarios (hogares) presentes en la zona.
- e) Estimar una cantidad de cuántos de esos usuarios realmente quieren instalar el servicio, además, si ya existe otro servicio, por ejemplo, HFC, evaluar cuántos de ellos desean una migración a FTTH.
- f) Identificar el tipo de vivienda: Edificio o casa, o ambos.
- g) Identificar arquitectura: Si incluyen FXB, cajas de paso, como son los conductos por donde se piensa lanzar el cableado. En el caso de edificios, si tienen alas, cantidad de pisos, cantidad de apartamentos por piso, es decir, describir a detalle todo el urbanismo, ya que la distribución influye en un alto grado en la calidad del cableado.

- h) Explicar cómo es la división dentro de la localidad, si es por manzanas, conjuntos, calles, así como la nomenclatura que utilizan, si es numérica, por letra, o alfanumérica.
- i) El aspecto más fundamental de esta etapa es el la propuesta de ruta que el técnico debe realizar en un croquis, se trata de pre-establecer el posible tendido de la red, de acuerdo a las condiciones que el técnico puede visualizar. En esta propuesta se debe señalar si la instalación es subterránea, de que tipo, mismo caso si es aérea, si los postes o tanquillas pertenecen a alguna institución de carácter público (por si es necesario la solicitud de permisos).
- j) Es importante que se escuche con atención las necesidades y requerimientos del cliente, cuáles son sus expectativas y límites, porque esto permite ejercer la calidad en los procesos posteriores, siempre respetando los deseos del cliente y favoreciendo la expansión de la empresa.

Una vez definidos los aspectos claves de la etapa de levantamiento, se prosigue con los de la etapa de diseño, etapa que constituye la espina dorsal de toda red, pues en ella se plasma todo lo que debe ser la misma, se considera cada característica particular de la localidad, los deseos de los usuarios, y siempre se debe realizar en vista de que permita una instalación bajo los niveles más óptimos, resguardando la red de posibles errores tanto físicos como lógicos o de potencia, además, el diseñador debe asegurarse de plasmar la red bajo los estándares actuales correspondientes a fibra óptica e incluir los cálculos de la forma más precisa posible, para evitar caer en diseñar al ojo por ciento, tal como se evidenció que es parte del problema.

Aspectos claves en la etapa de diseño:

- a) Tener en cuenta las características técnicas de los equipos que maneja la empresa, los umbrales de potencia, capacidades máximas.
- b) Hacer uso de sistemas de geolocalización para la ubicación del urbanismo o localidad donde se va a realizar el trabajo, con fines de

sustentar en un mapa y verificar que lo dibujado en el croquis del levantamiento, y posteriormente el diseño, estén en perfecta concordancia con la realidad.

- c) Cálculo de porcentajes de cobertura ajustados a los requerimientos de la localidad, de la empresa y contemplando reserva de puertos.
- d) Arquitectura de red flexible de acuerdo a la densidad de población, y distribución de la misma, con niveles y ratios de splitteo que no excedan los límites recomendados.
- e) Cálculo de números de splitters a utilizar ajustado a las necesidades y con consideración de reserva de puertos.
- f) Elección de la fibra adecuada, según las características de la red.
- g) Respetar distancias máximas.
- h) Incluir reservas en fibras, puertos y donde sea necesario, para garantizar futuras expansiones y solvencia de fallas.
- i) Cálculo apropiado de presupuesto de potencia óptica, para ello se debe diseñar con miras hacia conservar un rango de potencia lo suficientemente alto como para garantizar las velocidades que se ofrecen en la red.
- j) Manejar la digitalización en programas digitales como AutoCAD bajo normas que permitan la rápida visualización de los planos, con leyendas, de ser necesario, ajustar para el caso de solicitud de permisos a instituciones de carácter público.
- k) Los diseños deben ser: De fácil acceso, escalables, confiables, en la medida de lo posible redundantes, y seguros.
- l) Realizar registros de la nueva red y anexar al registro principal de la empresa.

Como puede notarse, en la etapa de diseño, se debe ser muy preciso y asegurarse de que los cálculos en los que está basado el diseño sean ajustados tanto a la necesidad del cliente, como a los requerimientos de la empresa, además, en esta etapa, se debe trabajar en conjunto con los técnicos de operación, los contratistas, proveedores, el departamento de TI, y si fuese necesario con el departamento de ventas para detalles acerca de las zonas en las que se está trabajando, esto para que

todos los detalles del diseño embonen de forma correcta con la realidad y los recursos, siempre ajustados a los códigos y normativas.

En relación con el orden que se viene desarrollando, la siguiente etapa a tratar es la de más cuidado, porque es trabajo de campo y por consiguiente existe el riesgo de cometer más errores, y como es bien conocido, las condiciones nunca son ideales, para contrarrestar esto, es imperativo que el personal trabaje bajo lineamientos muy metódicos y controlados (en la medida de lo posible), para lo cual se sugiere primero identificar las variables (al menos las más frecuentes) que intervienen en los distintos escenarios posibles, con el objetivo, de elaborar un método que pueda abarcar los puntos fundamentales para cada caso, y así, disminuir la improvisación tan frecuente que ocurre al momento de la instalación por parte de contratistas y técnicos. Se debe agregar que, en vista de lo anterior, para poder elaborar una lista de puntos claves más eficiente, se dividirán los casos.

Aspectos claves en la etapa de instalación:

- a) Se requiere un análisis detallado del diseño mucho antes de empezar la instalación, para ello se sugiere que el personal hable con el ingeniero de diseño.
- b) Al igual, antes de empezar cualquier procedimiento, se debe estudiar la zona, porque aunque esto se haya realizado previamente en la etapa de levantamiento, pudo haber ocurrido algún cambio imprevisto.
- c) Tipo de instalación: Exteriores o interiores. Aunque la mayoría de los aspectos son comunes a todos, se seccionará por casos o escenarios.

– Exteriores:

a. Caso: Cableado directamente enterrado.

- ✓ Condiciones de los sedimentos, y existencia de obstáculos, agua u otro cableado.
- ✓ Verificación de paso despejado desde el punto inicial al final del recorrido que se quiere instalar.
- ✓ Profundidad adecuada.

- ✓ Procedimientos para zanjado y herramientas o maquinaria para realizarlos.
- ✓ Manejo de empalmes dentro de la zanja.
- ✓ Mecanismos de seguridad del cableado.
- ✓ Tipos de cables adecuados.

b. Caso: Por conductos o sistemas de canalización.

- ✓ Condiciones ideales para las tanquillas.
- ✓ Técnicas de cuidado para tensión en cables.
- ✓ Manejo adecuado de equipos y cableado dentro del sistema de canalización.
- ✓ En el caso de que el cable requiera protección con un conducto, se necesita asegurarse del dimensionamiento correcto del mismo adaptándolo a la fibra, además de los requerimientos de lubricante.
- ✓ Uso adecuado de cintas y cajas de tracción.
- ✓ Recomendaciones de protección y almacenamiento del cableado y cajas de empalme.

c. Caso: Vía aérea.

- ✓ Líneas de seguridad para manejo de cableado cerca de postes de alta tensión.
- ✓ Tipo de cableado para instalaciones aéreas.
- ✓ Manejo de tensión del cable.
- ✓ Dominio de límites de radio de curvatura mínimo que soporta el cable, teniendo en consideración distancias entre postes.
- ✓ Equipamiento y maquinaria necesaria.
- ✓ Posicionamiento adecuado del cable sobre los postes.

– **Interiores:**

a. Cableado Vertical.

- ✓ Tipo de arquitectura: Manejo de conductos, FXB, cajas de paso.
 - ✓ Forma de tirar del cable para evitar ejercer tensión extra en el mismo.
 - ✓ Mejor forma de instalación.
 - ✓ Equipamiento.
 - ✓ Seguridad y protección.
- d) Consideraciones importantes de empalmes: Asignación del cable, corte de la fibra, sangrado de la fibra, limpieza adecuada. Y según el tipo de empalme, usos de equipos y herramientas de la forma adecuada, niveles de atenuación aceptables para cada uno.
- e) Terminación adecuada del cableado, según con conector en campo o latiguillo, tipos de conectores, limpieza, niveles de atenuación.
- f) Buenas prácticas que se puedan considerar para el resguardo de toda la instalación, además de la seguridad laboral para el personal.

Llegados a este punto, habiendo cubierto las etapas iniciales, es momento de abordar la última etapa, la etapa de certificación de la red, en la cual se verifica la calidad de cada enlace instalado en la red, asegurándose de que la potencia se aproxime con el presupuesto de potencia óptica previamente calculado en la etapa de diseño, de esta manera, apoyándose en métodos rigurosos de empleo de instrumentos de medición, se asegura un nivel de calidad de servicio, que es en sí, la finalidad del proyecto.

Aspectos claves en la etapa de certificación:

- a) Tipo de fibra que se va a someter a evaluación.
- b) Elección del instrumento adecuado.
- c) Herramientas que deben usarse.
- d) Parámetros que se deben programar en el dispositivo y cómo.
- e) Tener en cuenta la ubicación de empalmes, conectores, y cualquier tipo de discontinuidad en el enlace.
- f) Métodos adecuados de medición.

Como resultado, se obtienen los puntos estratégicos donde debe ir focalizada la atención, con la finalidad de que al hacer uso de los estándares seleccionados se pueda lograr la cobertura total de los mismos, y en función de esto, elaborar los métodos que constituyan el manual, de forma que no solo estén basados en estándares y normas ya avaladas por instituciones, sino que también estén concentrados en los aspectos críticos que dan una verdadera solución a las fallas ya planteadas.

5.3 Selección del software indicado para el desarrollo de la interfaz gráfica del manual.

Una vez definidas las fallas objetivas a mejorar, los puntos claves donde debe ir enfocado cada proceso, así como los estándares y recomendaciones de la industria que servirán de base para la elaboración de los métodos en el manual, es necesario entonces, aclarar, que aunque el objetivo principal del proyecto es hacer una mejora en la calidad de las redes de fibra óptica, a través de la redacción de los métodos, guías y procesos paso a paso que estarán contenidos dentro del manual para la instalación residencial y tendidos troncales de redes FTTH para la empresa NETUNO, C.A, se quiere dar un valor agregado en funcionalidad al proyecto, realizando dicho manual bajo un enfoque más tecnológico, versátil y fácil de usar, que a la vez pueda ofrecer mayores beneficios de usabilidad, flexibilidad, comprensión, y en la medida de lo posible y cuantificable, ofrezca ayuda en la toma de decisiones y la automatización de esos procesos, con una interfaz intuitiva para todo tipo de usuario, sea experto o principiante en el tema de FTTH, además de favorecer su uso en todo lugar, a través de computadoras o dispositivos móviles, para que pueda cumplir con lo que en principio, es una de las necesidades, guiar el trabajo en campo, evitar las improvisaciones y asegurarse de que todos los procesos sean realizados bajo los estándares apropiados.

Es preciso entonces, que en el desarrollo de esta fase, se pueda hacer la elección adecuada del lenguaje de programación para elaborar la interfaz gráfica del software, en función de las necesidades que debe cubrir, sus alcances y competencias.

5.3.1 Delimitación del plan de alcances y competencias de la interfaz.

Como en todo tipo de proyecto, una vez que se establecen cuáles son los objetivos a cumplir, y cuál será la metodología para conseguirlos, es necesario que el siguiente punto a tratar, sea hasta qué punto es capaz de llegar el proyecto con los recursos con los que se cuenta, cuales son estas limitaciones, y además cuales deben ser las principales competencias que se buscan abarcar con determinado proyecto. Dicho lo anterior, y para este caso, se sabe que lo que se busca cumplir es el desarrollo de un manual que comprenda procedimientos, detallados paso a paso, que incluyan consideraciones importantes que el ingeniero, técnico o contratista deba tener en cuenta, todos estos, elaborados y justificados en base a estándares avalados por las instituciones ITU, TIA, EIA, NECA, FOA, IEEE, entre otras, esto, para cada una de las etapas, entiéndase, etapas de levantamiento, diseño, instalación, construcción, y certificación de las redes de fibra óptica hasta el hogar, en vista de lograr el máximo de beneficios en cuanto a: Mejora continua, control de calidad, estandarización de procesos, mejora de rendimiento de las redes y del personal, disminución de fallas, mejorar capacidad de respuesta, evitar la improvisación, ahorra de tiempo y disminución en el desperdicio de recursos.

Hecha esta salvedad en cuanto al contenido del manual, y sus principales objetivos, es momento de adentrarse hacia cómo se busca entonces, llevar esta idea hacia un plano digital, para ello, primero hay que entender qué es una competencia. Según Chomsky, N (2000):

“La competencia se refiere a algunos aspectos de conocimientos y habilidades; aquellas que son necesarias para llegar a ciertos resultados y exigencias en una circunstancia determinada es la capacidad real para lograr un objetivo o resultado en un contexto dado”

En este sentido las competencias son aquellas capacidades, habilidades o herramientas que permiten el logro los objetivos, traducándose en resultados positivos. Así mismo, el software a diseñar, debe tener las siguientes competencias:

- Servir de plataforma para albergar todos los métodos, procedimientos y material en general (con la ventaja de poder adicionar contenido multimedia) del manual.

- Seccionar el manual por etapas de levantamiento, diseño, instalación y certificación, y a su vez, que estos estén seccionados por temas, para facilitar el acceso rápido a ítems específicos.
- Ser de respuesta rápida.
- Intuitivo, esto significa que pueda tener una interfaz bastante precisa y clara, para que el usuario cometa la mínima cantidad de errores posibles.
- Coherente con el ámbito de uso, entendiendo que va dirigido tanto a personal experto y calificado en el área de la tecnología, como a principiantes en el área o con un nivel de experiencia nulo. Además de permitir que el usuario desarrolle patrones de uso.
- Flexible, de modo que el usuario pueda deshacerse de cualquier error que cometa en su uso.
- Eficiente, que pueda llevar a cabo todas las funciones necesarias de la mejor forma posible, además de que el usuario sea capaz de dirigirse al elemento que desea de forma sencilla, ahorrándole tiempo.
- Que pueda desarrollarse en el mismo, una sección que permita a través de cálculos y una estructura condicional basada en los estándares y procesos establecidos en el manual, ayudar al usuario en la toma de decisiones respecto al diseño de redes de fibra óptica hasta el hogar, de acuerdo con los datos suministrados por el mismo, arrojando como resultado un plan de acción para el diseño e instalación de la red en cuestión. Considerando el tratamiento del error bien cuidado y adecuado al nivel de usuario.
- Las operaciones deben ser rápidas, incrementales y reversibles, con efectos inmediatos.
- Además, debe ser un software tenga una interfaz tan funcional como atractiva, con un diseño vanguardista y simple, con características llamativas y de fácil uso, que esté en sintonía con el contenido del aplicativo.

La pretensión de aclarar las competencias que debe tener el aplicativo, es que sirva de base para poder elegir el lenguaje de programación que permita el logro de estas competencias. Sin embargo, no solo es importante definir las competencias del

proyecto, sino también, delimitar los alcances que este pueda tener, mediante las limitaciones que existen ya sea debido a recursos tecnológicos, materiales o intelectuales. En este sentido, se describen a continuación las principales limitaciones que influirán en la selección del lenguaje de programación y el tipo de interfaz que se desarrollará:

- El procesador de la computadora personal de la investigadora debe ser capaz de programar la interfaz sin mayor dificultad, esto dependerá de los requerimientos del lenguaje que se escoja.
- Debe poder utilizarse en computadoras y dispositivos móviles, para facilitar su uso en el trabajo en campo y no únicamente en oficinas.
- No se cuenta con acceso a los servidores de la empresa.
- Debe ser un lenguaje práctico y que de acuerdo al dominio de la autora sobre el mismo, se pueda cumplir con la entrega del proyecto de acuerdo al cronograma establecido por la universidad.

Ahora es posible decir que ya están fijados los lineamientos, requerimientos, competencias y limitaciones fundamentales, tanto del manual, como del software, de forma que ahora se puede contar con un basamento más específico para la correcta elección del lenguaje de programación con el que se desarrollará el aplicativo que contendrá el manual y la sección inteligente de toma de decisiones.

5.3.2 Elaboración de matriz FODA con las propuestas de lenguajes de programación para el desarrollo del aplicativo.

Es bien sabido, que antes de poder elegir cualquier lenguaje de programación, es necesario primero saber el tipo de aplicación que se quiere desarrollar, para que grupo de personas y dispositivos estará dirigida. En este sentido, es bueno acotar que el mercado de dispositivos móviles, se ha vuelto tendencia frente a las computadoras de escritorio o laptops, ya que, como lo reflejan las estadísticas de StatCounter (2022), los teléfonos inteligentes tienen un 15,3% de ventaja referente al uso, a nivel mundial, esta relación se puede observar en la figura 33, donde la línea verde corresponde a los teléfonos, la azul a computadoras y la morada a tablets.

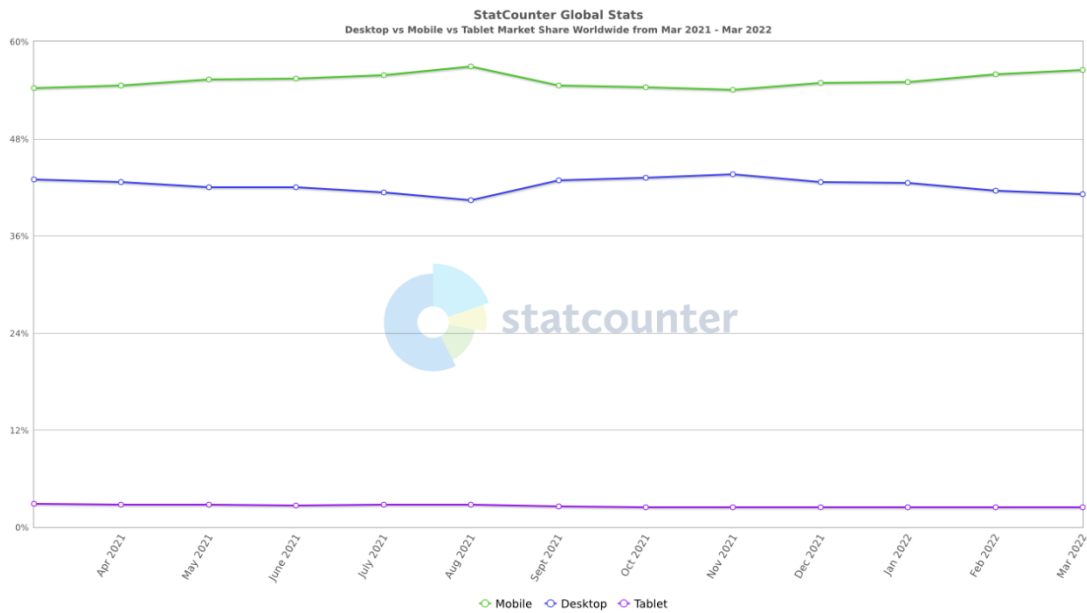


Figura 33. Uso a nivel mundial de Teléfonos vs. Computadoras Vs Tablets.
Fuente: StatCounter(2022).



Figura 34. Estadística de uso de dispositivos a nivel mundial.
Fuente: StatCounter(2022).

Ahora bien, con respecto a los sistemas operativos, según StatCounter (2022) el líder en el mercado es Android, por encima de Windows y iOS, como se puede reflejar en la figura 35, quizás esta ventaja se debe a que es un sistema operativo gratuito, basado en Linux, libre y multiplataforma, a diferencia de los otros que no son únicamente usados en los propios dispositivos de la marca.



Figura 35. Estadística de los sistemas operativos más usados a nivel mundial.

Fuente: StatCounter(2022).

Con las consideraciones anteriores, ya se conoce la situación del mercado, y hacia donde es más factible dirigir el desarrollo del manual, que en definitiva debe orientarse hacia una aplicación móvil, sin embargo, falta definir qué tipo de aplicación se ajusta más a las necesidades y requerimientos antes planteados. En este sentido, hay básicamente 3 tipos de aplicaciones móviles: las aplicaciones nativas, híbridas y web. Para este caso, es claro que desarrollar una aplicación nativa queda descartado porque se busca que el manual pueda ser adaptable a todo tipo de dispositivo y sistema operativo, y para este tipo de aplicaciones se requiere un desarrollo para cada tipo de sistema operativo, implicando no solo una alta cantidad de tiempo para su programación, sino también altos costes. Las aplicaciones del tipo híbridas, implican también ciertos costos, con un rendimiento más bajo a comparación de las nativas, y exige de igual forma mayor consumo de tiempo, en cuanto a las aplicaciones web, se considera altamente efectiva en cuanto a tiempo y costes de desarrollo, y aunque se necesita conexión a internet, ofrece las claras ventajas de que no exige un tipo de dispositivo o sistema operativo en específico, es decir, es multiplataforma, además de que no exige grandes capacidades de hardware para poder programarlas.

De conformidad con los planteamientos antes expuestos, la autora considera que la alternativa más viable, es la de elaborar el manual a través de un sitio web que además de contener la información de todos los métodos concernientes a los procesos de instalación de redes FTTH, contenga un programa (aplicación web) que dé solución al requerimiento planteado por la autora de tener un software de toma de decisiones para los cálculos y elecciones concernientes al diseño de redes de fibra hasta el hogar, con el objetivo de dar valor agregado al proyecto. El siguiente punto a tratar es, entonces, cuál lenguaje de programación es el más apto para desarrollar una página web con un apartado de aplicación web, que además cumpla con los requerimientos antes mencionados, y sea útil dentro del marco de las limitaciones consideradas en el punto anterior de esta fase metodológica.

Sobre las alternativas que se tienen, se mencionan los siguientes lenguajes:

- PHP.
- Java.
- Javascript.
- HTML.
- C++
- C#
- Ruby

Ahora, como instrumento para poder hacer la elección entre las diferentes alternativas, se realizará un análisis FODA para cada lenguaje, con la finalidad de poder establecer comparaciones entre ellos, a partir de sus Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. Empezando por el preprocesador de hipertexto, PHP, es un lenguaje de programación de código abierto, de scripting (que se utiliza para dar instrucciones a otro software) que fue escrito en Perl y C, y que se utiliza principalmente en aplicaciones web dinámicas y sitios web en general, en la figura 36 se visualiza su respectivo análisis FODA.

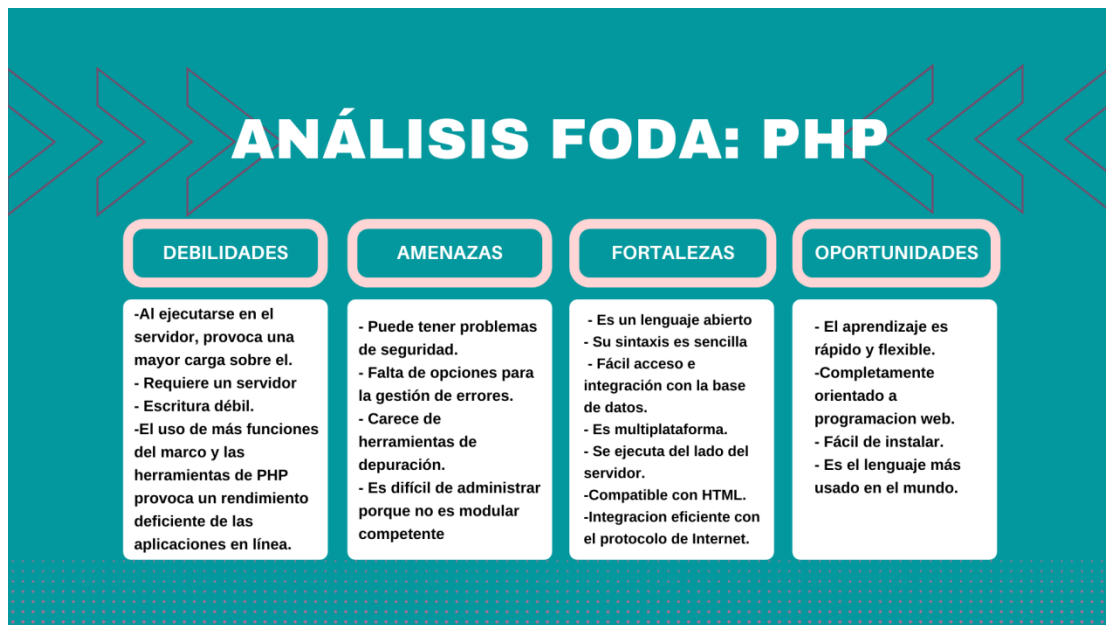


Figura 36. Análisis FODA para PHP.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

El siguiente lenguaje para realizarle el análisis FODA es Java, es uno de los lenguajes más ampliamente conocidos a nivel mundial, es de código abierto

(gratuito) y adecuado para multitud de proyectos, por ello, se detallan todas sus ventajas y desventajas en el análisis FODA de la figura 37.



Figura 37. Análisis FODA para JAVA.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

El siguiente lenguaje en la lista, corresponde a Javascript, que a pesar del parecido en el nombre, no guarda relación con el explicado anteriormente, este fue creado con el objetivo de extender las funcionalidades de HTML y CSS en la creación de sitios web, para que los desarrolladores pudieran evaluar todas las interacciones por parte del cliente o el usuario, sin embargo en la actualidad, Javascript no se usa únicamente en páginas o aplicaciones web, sino también y microcontroladores, y del lado del servidor, veamos ahora, en la figura 38, sus pros y contras para ser utilizado en el proyecto a través del análisis FODA.

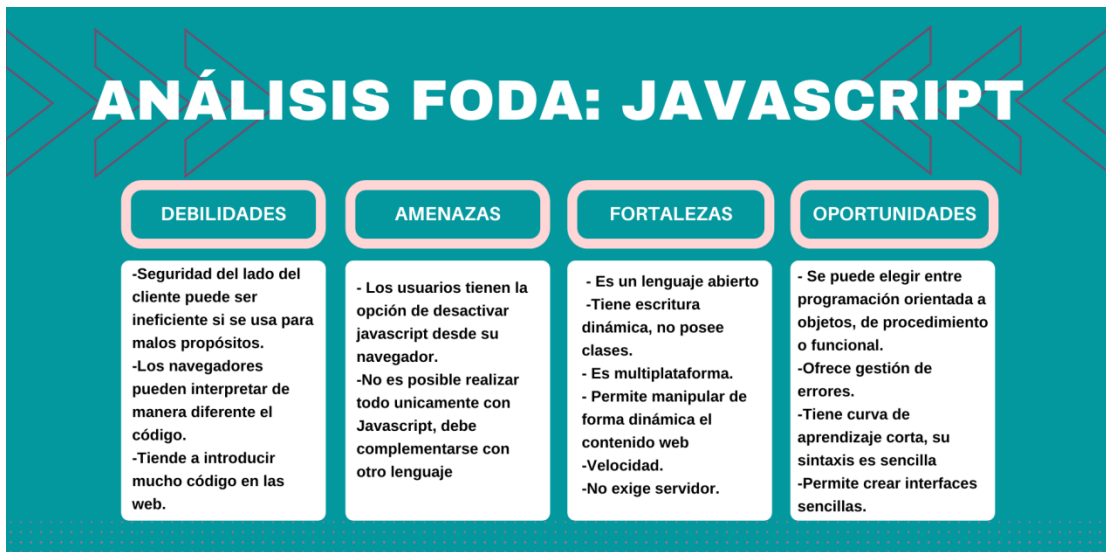


Figura 38. Análisis FODA para JAVASCRIPT.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

Sigue entonces, el HTML, siendo un lenguaje de marcado de hipertexto, permite crear el código para estructurar una página web y sus contenidos, los cuales se manejan por medio de etiquetas, que permiten enmarcar dentro de ellas un contenido, que pudiesen ser párrafos, imágenes, tabla de datos, listas con viñetas, y permite introducir cualquier tipo de contenido por medio de url, con la finalidad de que se comporten de una determinada manera. Para conocer un poco más acerca de este lenguaje de marcado, observese el análisis FODA realizado en la figura 38.

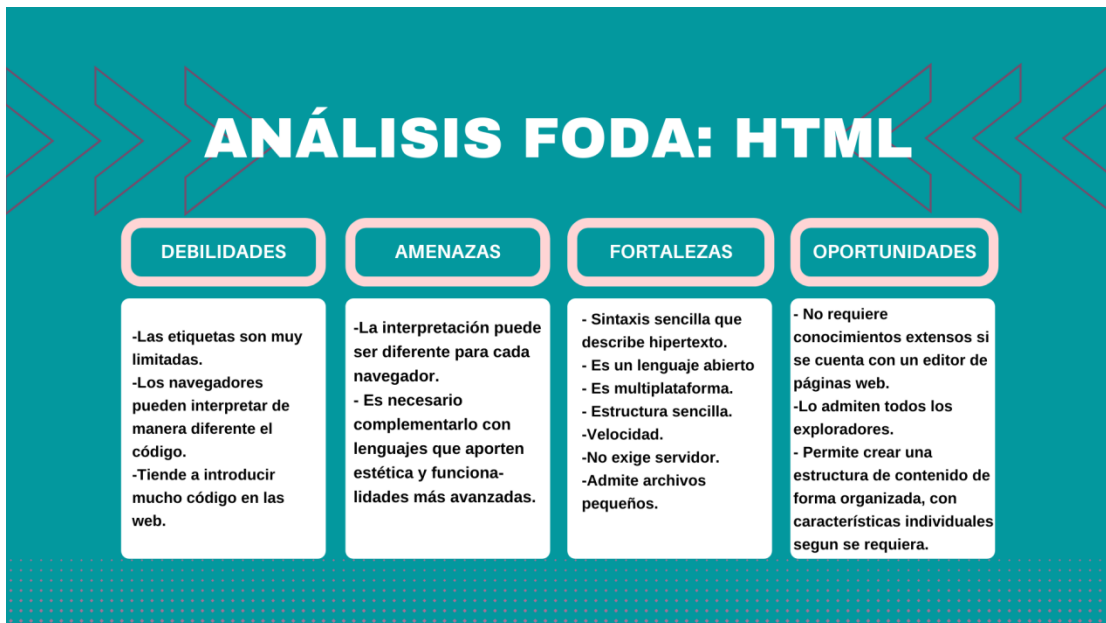


Figura 39. Análisis FODA para HTML.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

Por su parte, prosigamos con C++, que según IONOS (2019): “es un lenguaje de programación ratificado como estándar ISO (Organización Internacional de Normalización) que se considera tanto de bajo nivel y eficiente como complejo y con alta capacidad de abstracción”, y en cuanto a programación web, se encuentra por detrás de Java, Javascript y C#, sin embargo, incluye características muy sofisticadas que permiten la inclusión y manejo de detalles avanzados a las páginas web, por medio de su biblioteca. En la figura 40 se refleja su respectivo análisis FODA, para interpretar a más profundidad sus pros y contras.



Figura 40. Análisis FODA para C++.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

Ahora es turno de un lenguaje que ha sido creado como evolución de C++ y Java, gracias a que amplía su modelo orientado a objetos con la implementación de atributos, este es C#. Este lenguaje, es uno de los más buscados por desarrolladores web, junto a Java, por sus grandes características de propósito general, por ello se desarrollan sus ventajas y desventajas más considerables en el análisis FODA de la figura 41.

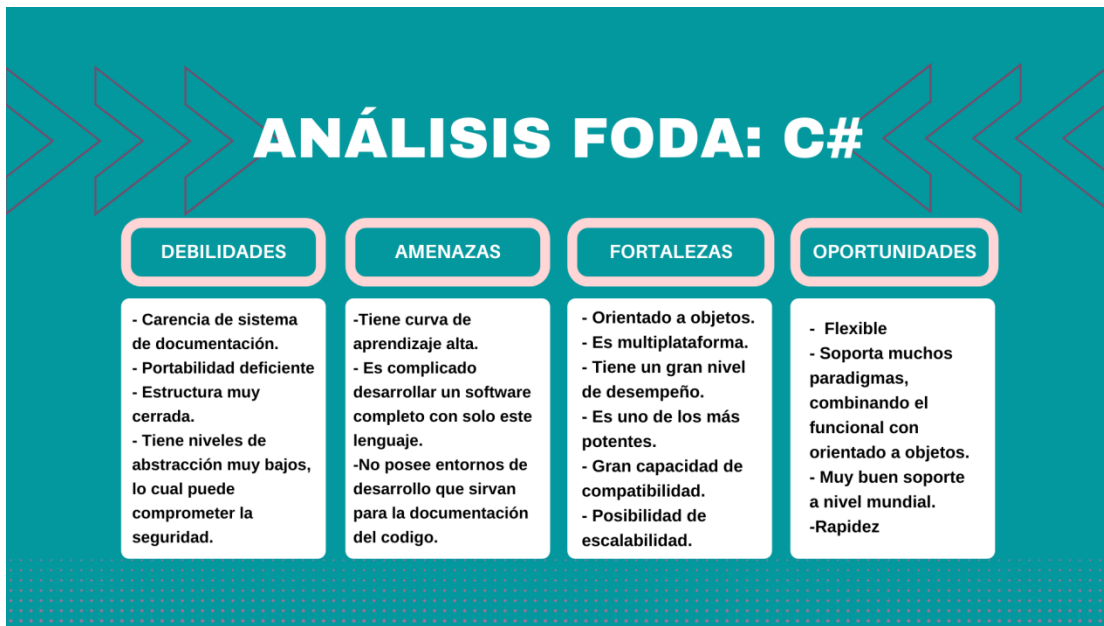


Figura 41. Análisis FODA para C#.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

En último lugar, se encuentra el lenguaje Ruby, que ofrece grandes capacidades para desarrollo web, es open source y nació de la combinación de otros lenguajes como Perl, Ada, Lisp, entre otros, formando una programación funcional e imperativa. Para ver más de sus características, obsérvese la figura 42.



Figura 42. Análisis FODA para Ruby.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

5.3.3 Elegir el software más favorable que permita el logro de los objetivos, alcances y competencias establecidas para el manual inteligente.

Después de haber establecido cuales son los objetivos fundamentales del manual inteligente, delimitar sus competencias y limitaciones, y conocer que se quiere desarrollar una aplicación soportada en un sitio web, es necesario entonces, con base en esto, y los análisis FODA realizados para cada lenguaje de programación propuesto, elegir, finalmente cuál de ellos se va a emplear para el desarrollo de la plataforma.

Conforme a lo definido y detallado en las etapas previas de esta fase metodológica, se considera que los lenguajes que más se adaptan a desarrollar una página web que sea intuitiva, bien estructurada, flexible, y con las funcionalidades que se buscan para el proyecto, son: HTML, CSS y Javascript, gracias a las bondades que permiten al trabajarlos en conjunto, considerando el nivel de experiencia de la autora, y el objetivo de realizar un sitio web que además de mostrar contenido, cuente con una sección de aplicación web, donde se ejecuten funcionalidades que son posibles de realizar mediante métodos y funciones de Javascript, permitiendo la creación del software de toma de decisiones, previamente establecido por la autora como una de las competencias que permitirán dar valor agregado al proyecto como sistema de automatización y estandarización en los procesos de instalación de redes FTTH. Estos tres lenguajes de programación, por sus características, permitirán cumplir a cabalidad los objetivos y competencias establecidos en esta fase, con los recursos materiales, de tiempo e intelectuales, con los que se cuenta.

Finalmente, es necesario mencionar, que debido a que no se tiene acceso a los servidores de la empresa, para poder subir el sitio web a Internet, se hará uso de una plataforma que sirve como herramienta para el desarrollo colaborativo de código por control de versiones, conocida como GitHub, que por medio de su servicio de GitHub Pages, permite alojar los proyectos en una página web pública y estática, sin necesidad de pagar por hosting ni tener conocimientos sobre servidores, y únicamente se necesita crear una cuenta en la plataforma de GitHub, esta alternativa

da una solución rápida, sencilla y gratuita, que va acorde con los requerimientos, necesidades y limitaciones que se presentan en la elaboración del proyecto.

Acorde con todos los lineamientos previamente establecidos, y en concordancia con los objetivos del proyecto, se desarrolló el manual para la estandarización en los procesos de instalación residencial y tendidos troncales de redes FTTH para la empresa NETUNO, C.A, y tal como lo planteó la autora, el mismo se realizó a través de un sitio web que tiene la bondad, por su naturaleza, de ser multiplataforma y además albergar, no solo el contenido de los procedimientos, sino también una sección que cuenta, como valor agregado, con una funcionalidad que sirve como software de toma de decisiones para los cálculos referentes al diseño de redes FTTH. Se puede consultar la página web del manual, a través del siguiente enlace: <https://manualftth.github.io/Optical/index.html>

Se examinará ahora, de forma breve, las partes y la distribución con la que cuenta la página web, se hablará un poco acerca de su funcionamiento y cómo estuvo orientada la programación detrás de la misma, con la finalidad, de obtener un panorama bastante esclarecido sobre dicha plataforma.

Se empezará considerando que, aunque la solicitud de la empresa, fue referente, a elaborar sólo los procedimientos concernientes a la instalación de las redes de fibra óptica hasta el hogar, la página cuenta con cinco secciones principales, las cuales, engloban todas las etapas involucradas para la elaboración de estas redes, éstas son las etapas de: Levantamiento, Diseño, Instalación, Certificación y la sección inteligente, que por decisión de la autora, lleva el nombre de Optical Decisions, el cual traducido al español significa “decisiones ópticas”. Sin embargo, antes de proceder a explicar cada una de estas secciones, es propicio iniciar describiendo la estructura de la página de manera general.

En este sentido, el sitio web está distribuido en varias áreas, para ubicarlas mejor, visualícese la figura 43, el área marcada con el número “1” es el encabezado, donde se puede observar en primera instancia el logo del sitio, seguido del menú principal donde se visualizan las secciones de levantamiento, diseño, instalación (con un menú desplegable), certificación y el Optical Decisions, al costado derecho del menú

principal, se encuentra el logo de la Universidad José Antonio Páez con el membrete correspondiente a la Facultad de Ingeniería. El área número “2” en la figura 43 se refiere al menú lateral, el cual solo está disponible en la visualización para computadoras, y a diferencia del menú principal, su contenido varía de acuerdo a la sección del sitio web, adaptándose a mostrar la información concerniente a cada una. Continuando con la descripción, el área “3” es el body, o cuerpo del documento, el cual contiene todos los procedimientos e información de la sección, y por último el área “4” está destinada a contener el footer o pie de página, allí se podrá visualizar el logo de Optical, con su slogan, el objetivo que persigue el portal, especificando que la página web es producto del desarrollo de un proyecto realizado para optar al título de ingeniero en telecomunicaciones de la Universidad José Antonio Páez, y con el correo personal de la autora como información de contacto.

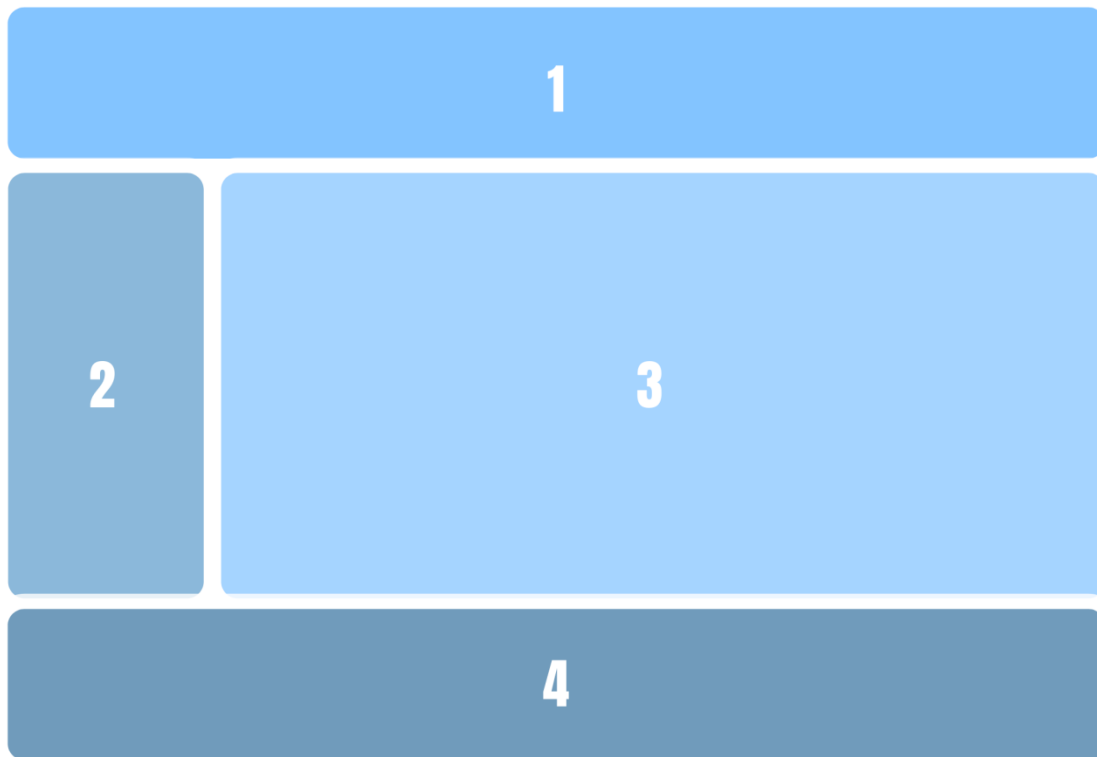


Figura 43. Estructura del sitio web en computadoras.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

Con relación a lo anterior, se especifica que la visualización en dispositivos móviles se refleja en la figura 44, y la descripción de las áreas es la misma, a

excepción del menú lateral que no es visible para este tamaño de pantallas más pequeñas, por lo que el área número “2” de la figura 44 se refiere a un botón que despliega el menú principal.



Figura 44. Estructura del sitio web en dispositivos móviles.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

Ahora sí es propicio describir sección por sección, todo el contenido con el que el usuario podrá contar en la página web, empezando por la figura 45, donde se muestra el index o página de inicio del sitio web, la cual cuenta, en la parte superior con el menú principal, el logo de la página (diseñado con la intención de darle personalidad y aportar al diseño de la página) y el logo, nombre de la universidad y facultad a la que pertenece la autora del proyecto, cuenta también con un slider que contiene principalmente el título del presente proyecto, además de las portadas concernientes a cada etapa, con su breve descripción, abajo cuenta con pequeñas informaciones sobre porqué es útil elegir fibra óptica, cuales son las principales fallas que se presentan en este tipo de redes, y además, cuáles son los beneficios de usar el

portal.



Figura 45. Index del sitio web.

Fuente: <https://manualfth.github.io/Optical/index.html>

En lo que sigue, se podrá observar cada sección de la página, y por medio de su menú lateral, las subdimensiones de las mismas, con algunos de los contenidos esenciales que abarcan los procedimientos de cada una. En primer lugar, en la figura 46, se observa la etapa de levantamiento.

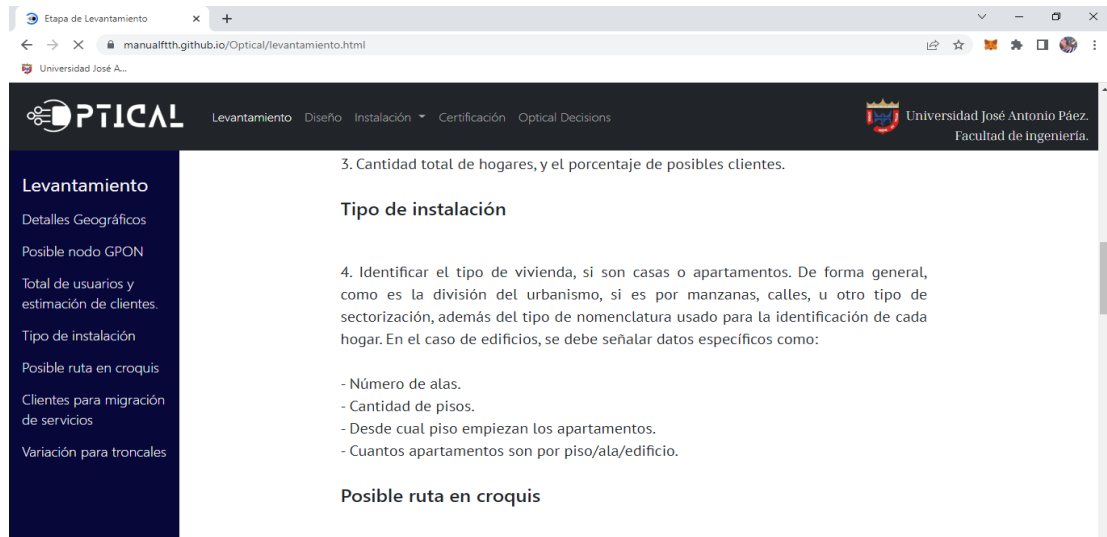


Figura 46. Sección de Levantamiento.

Fuente: <https://manualfth.github.io/Optical/index.html>

Como se puede observar, en esta etapa se hace una descripción paso a paso, de todos los aspectos claves que el técnico debe recabar en la zona donde se esté haciendo el levantamiento de información, con fines de garantizar que se cubren todos los detalles importantes para asegurar, posteriormente, un diseño adecuado a las capacidades y necesidades específicas de cada zona, describiendo entre esos puntos: Los detalles geográficos, los posibles tendidos o nodos GPON que ya existan en los alrededores de la zona, descripción del total de usuarios presentes, y estadística o aproximación de cuantos realmente desean instalar el servicio, si ya existe servicio de internet por HFC, detalles de arquitectura, distribución, tipos de instalación, realización de croquis con propuesta de ruta para el cableado, entre otros aspectos que se consideran en esta sección.

Ahora bien, en el caso de la sección de Diseño, por ser la de más exactitud en cálculos, y además por ser el área donde la autora tuvo experiencia, diseñando las redes residenciales de la empresa NETUNO, por un tiempo aproximado de tres meses, es en conjunto con la etapa de instalación, una de las que tiene más contenido y detalles sobre los procedimientos. Tal como se observa en la figura 47, se enfoca en todos los estándares que describen los primeros pasos a seguir en el diseño de la red, el porcentaje de cobertura adecuado que se debe manejar, ajustado a las necesidades del cliente y los márgenes de aceptación de la empresa, el manejo de arquitecturas de la red, distribución, ratios de división aceptados, elección del tipo de cable, de los estándares de fibra, manejo de reservas, cálculos adecuados de presupuesto de potencia y de pérdida óptica, consejos para digitalización y registro de la red, además de consejos para distribución de los datos a los técnicos de instalación y personal de outsourcing, mediante propuestas de diagrama unifilar y ficha técnica de construcción.

Etapa de Diseño x +

manualfth.github.io/Optical/diseño.html

Universidad José A...

OPTICAL Levantamiento Diseño Instalación Certificación Optical Decisions

Universidad José Antonio Páez. Facultad de ingeniería.

Diseño

- Primeros pasos
- Porcentaje de cobertura
- Arquitectura de la red
- Reserva de puertos
- Cálculo de Splitters
- Elección de la fibra
- Reserva de fibra
- Digitalización de la red
- Cálculo de potencia óptica
- Diagrama Unifilar

- Presupuesto de potencia Óptica: Es la diferencia entre la potencia de salida del transmisor y los requisitos de potencia de entrada del receptor.

T_x : Potencia máxima de transmisión de la OLT.
 R_x : Sensibilidad de recepción mínima en la ONT.

$$\text{Presupuesto de potencia óptica} = R_x - T_x$$

Este parámetro indica el límite de pérdidas que tolera la red sin embargo, una práctica

Figura 47. Sección de Diseño.

Fuente: <https://manualfth.github.io/Optical/index.html>

El siguiente punto a exponer es la sección de Instalación, es de las más detalladas en la plataforma, que cuenta, como se ve en la figura 48, con secciones específicas para punto principal que comúnmente se debe tratar en este proceso, como: Instalaciones en exteriores, de forma subterránea (considerando que sea directamente enterrado o por medio de sistemas de canalización), por vía aérea, instalaciones en interiores (cableado vertical), y además secciones específicas para conductos, subconductos, cinta y caja de tracción, lubricante, empalmes, y terminación de fibra.

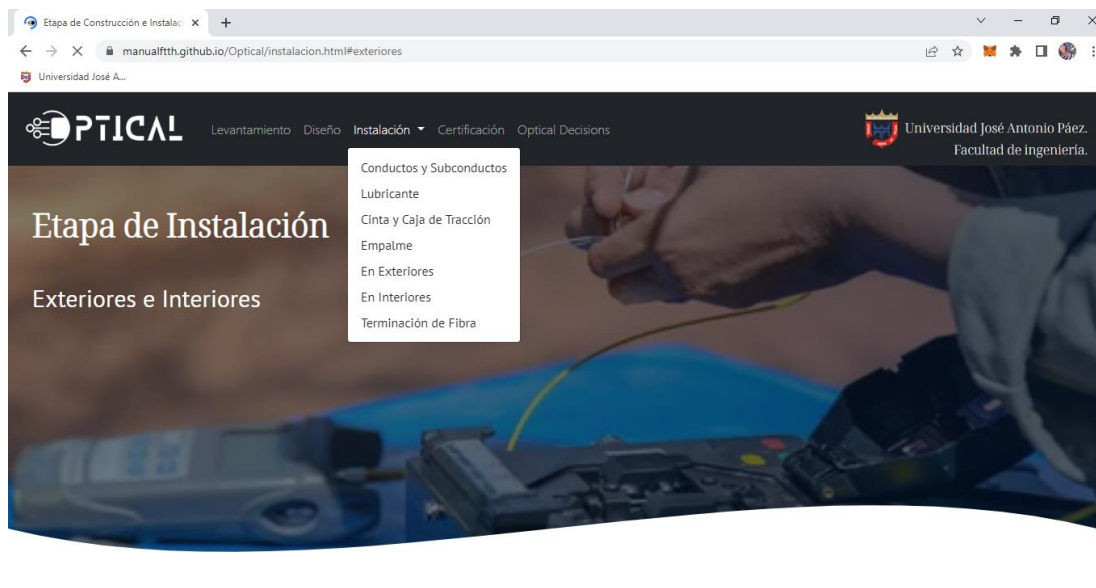


Figura 48. Sección de Instalación.

Fuente: <https://manualfth.github.io/Optical/index.html>

La última de las secciones de contenido, corresponde a la de Certificación de la red, la cual abarca los procedimientos, mediante paso a pasos y contenido audiovisual, que se llevan a cabo para, como su nombre lo indica, certificar el correcto funcionamiento de la red no solo al finalizar la instalación, sino también durante la misma, con la finalidad de asegurarse de que la calidad del enlace cumpla con los parámetros ópticos más adecuados no solo a los estándares, sino también al umbral de potencia que previamente se establece durante el diseño de la red, para disminuir fallas, atenuaciones y detectar posibles errores o situaciones potencialmente dañinas. Esta sección se observa en la figura 49.



Figura 49. Sección de Certificación.

Fuente: <https://manualfth.github.io/Optical/index.html>

Para concluir la examinación de la conformación del portal, es turno de explicar el funcionamiento del programa de toma de decisiones “Optical Decisions”, que básicamente se trata de que el usuario, pueda por medio de selección múltiple, e introducción de datos en inputs, proporcionar al programa todos los datos característicos, de la red que desea procesar, tales como nombre del proyecto, cantidad total de usuarios, cantidad total de posibles clientes, porcentaje de la empresa, porcentaje de reserva para puertos, tipo de instalacion si será residencial o troncal, por via aérea o subterránea, la cantidad de curvaturas, el tipo de arquitectura que se quiere diseñar, características ópticas de los equipos, distancia del enlace, cantidad de empalmes, conectores, tipos. Todo esto, con el objetivo, de que el programa, por medio de código elaborado en Javascript, pueda a través de estructuras condicionales basadas en los estándares y normas pertinentes, arrojar un plan de acción que contenga todos los cálculos básicos que solventarían los errores más frecuentes en diseño, que suelen perjudicar las instalaciones de las redes, la eficacia en el manejo de tiempo, el empleo de recursos y la calidad de las redes.

Sobre lo dicho anteriormente, en la figura 50 se puede observar la interfaz de usuario del programa, y en la 51 las características que contempla el plan de acción,

con las sugerencias más adecuadas para la red, según los datos introducidos por el usuario, tales como: Porcentaje de cobertura con el que debería trabajarse para satisfacer la demanda de la zona con una proporción adecuada que no desperdicie recursos materiales, de tiempo y además asegure la posibilidad de expansión de la red, el tipo de cable que debería usarse según el tipo de instalación, cantidad de splitters según la arquitectura seleccionada, y además, el cálculo de los umbrales máximos de atenuación que tolera el enlace y el presupuesto de pérdida óptica presente en los mismos, tanto en sentido descendente como ascendente.

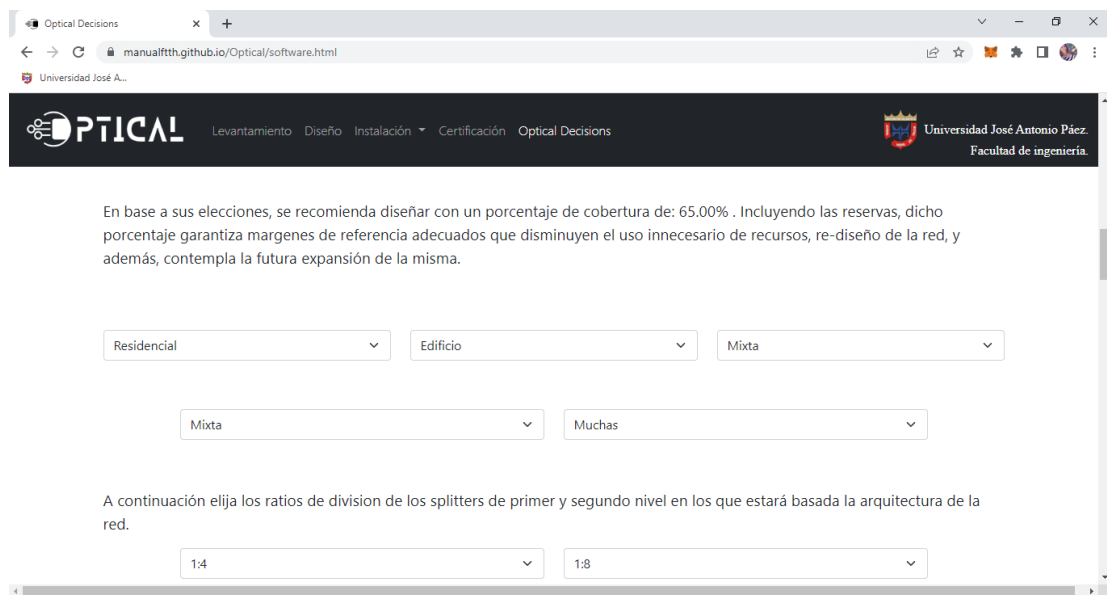


Figura 50. Sección de Optical Decisions.
Fuente: <https://manualftth.github.io/Optical/index.html>



Figura 51. Ejemplo Plan de Acción arrojado por Optical Decisions.

Fuente: <https://manuallfth.github.io/Optical/index.html>

Habiendo llegado a este punto, y explicado brevemente todo el contenido del manual, y del programa, es bueno hacer mención a que la página fue diseñada con capacidad responsiva para diferentes tamaños de pantallas, de forma que los técnicos en campo sean capaces de visualizarla adecuadamente por medio de un teléfono o dispositivo móvil, además, en cuanto a la estética, se eligió un diseño simple, moderno e intuitivo que facilitara el uso de la página y le aportara cierto nivel de atracción visual, logrando, por medio de la psicología del color, transmitir por medio del color negro elegancia, seguridad y eficacia, por medio del azul el sentido de la inteligencia, lógica, verdad y tranquilidad, a través de unos pocos detalles en anaranjado el optimismo, la acción y el entusiasmo, además, el fondo blanco aporta limpieza y virtud, todos, constituyen valores que la autora considera importantes en procesos aplicados no solo en el área de la tecnología, sino también en la mejora de procesos relacionados a la calidad, y aprendizaje.

5.4 Evaluación del manual sobre la base del juicio de expertos y sus usuarios.

Finalmente, habiendo resumido el funcionamiento del manual, se puede proseguir a evaluar la capacidad del mismo como solución a las fallas presentadas más frecuentemente en la empresa, con la finalidad de determinar su utilidad como herramienta para mejorar la calidad de servicio en las redes FTTH, para ello se

establecerán en primer orden, las variables que se verían mejoradas al usar el manual, y posteriormente, se presentarán los resultados obtenidos de la encuesta realizada a los expertos en el área.

5.4.1 Identificar las variables en la construcción e instalación de redes FTTH que se verían mejoradas al momento de hacer uso del manual.

La pretensión del desarrollo del manual, es por supuesto, responder a las fallas planteadas por el departamento de operaciones de la empresa, es por ello, que no resulta muy difícil determinar cuáles serían las variables, ya que éstas están directamente relacionadas con esas fallas a las que se les busca dar solución. Las variables o procesos en la instalación de redes FTTH que deberían ser directamente mejoradas con el uso del manual, son las siguientes:

- Las metodologías y procedimientos planteados deben asegurar un mayor índice de calidad de servicio en las redes.
- Los procesos deben contemplar diferentes escenarios y alternativas y adaptarse a ellos.
- Se deben cubrir todos los aspectos claves en cada etapa, que incrementen el control de calidad.
- Los paso a paso tienen que estar basados en los estándares más aptos para cada caso.
- Cada método debe poder ser entendido por personas que no tengan experiencia en el área.
- Eficiencia.
- Rapidez.
- Precisión.
- Estandarización y control sobre las redes pertenecientes a la empresa.
- Ambientes de instalación más seguros, con procesos más metódicos y respaldados por estándares internacionales en materia de fibra óptica.
- Diseños más eficientes.
- Empalmes y terminación de fibra realizados de forma más óptima.

- Uso adecuado de instrumentos y herramientas.
- Disminución en los cortes de fibra.
- Potencias ópticas más elevadas, mayor velocidad en la red.
- Mejor manejo de recursos. Se disminuirá el desperdicio de recursos materiales como cables de fibra para reparación, puertos sin usar, cajas de empalme, entre otros.
- Evitar la improvisación y el trabajo empírico en las instalaciones en campo, y en los diseños.
- Mejora en los procesos de certificación de enlaces y detección de fallas.
- Fomentar el registro de toda la red empresarial, a detalle, por medio de diagramas unifilares.

A continuación, y según lo dicho hasta aquí, se prosigue con la verificación de la funcionalidad tanto del manual, como de la página web que lo alberga, mediante la realización de una encuesta estructurada a personal especializado en el área de telecomunicaciones, con experiencia en fibra óptica, y en el área de diseño de proyectos.

5.4.2 Realizar una encuesta al personal calificado sobre el cumplimiento de los parámetros descritos para la optimización de las redes, y la eficiencia del manual en los mismos.

Esta parte de la fase se basa en demostrar los resultados obtenidos en la entrevista, del tipo estructurada, realizada a 10 expertos en el área de Ingeniería en Telecomunicaciones, con amplios conocimientos en fibra óptica y en uso de programas e interfaces de usuario, con la finalidad de que, mediante sus respuestas dicotómicas cerradas, es decir, de afirmación o negación, se pueda verificar el nivel de aceptación que tiene el manual en cuanto a la eficacia de los métodos elaborados, y además, el grado de usabilidad de la página web. A continuación se evaluarán los resultados de manera individual para cada pregunta de la entrevista, por medio de gráficos de torta y tablas de contabilización.

Evaluación de las metodologías reflejadas en el manual.

1. ¿De acuerdo a sus conocimientos en el área, considera que los estándares elegidos son los más aptos en el área de fibra óptica? ¿Considera que se hizo un correcto empleo de los mismos en los paso a paso redactados?

En el gráfico número uno, se puede evidenciar, que la totalidad de los entrevistados afirmó que los estándares elegidos son los más veraces para el área de estudio que se quiere normalizar, y que además consideran que fueron utilizados de forma adecuado, con sus lineamientos expresados de manera clara, precisa y concisa a través de los paso a paso que se describen en cada uno de los métodos contenidos en el manual.

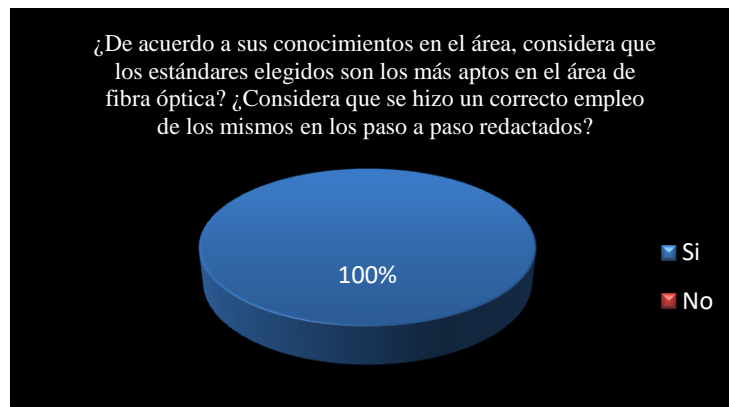


Gráfico 1. Resultados de pregunta 1 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

2. ¿En su opinión y experiencia considera que los métodos propuestos para las etapas expuestas en el manual, cubren los aspectos claves para ejercer un adecuado control de calidad?

Los expertos, de forma unánime, como se refleja en el gráfico 2, afirman que en consecuencia, los métodos contemplan la cobertura de todos los aspectos claves que permiten lograr un mayor control sobre los procedimientos necesarios para las instalaciones y de esta manera, asegurar el aumento en la calidad de las mismas.

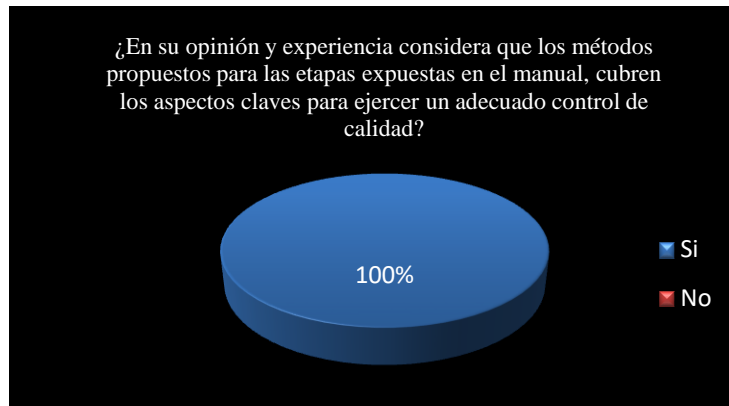


Gráfico 2. Resultados de pregunta 2 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

3. ¿Considera que los paso a paso descritos en cada sección son lo suficientemente comprensibles para personas sin experiencia en el área?

La facilidad de comprensión en la redacción es uno de los requisitos que se establecieron para todas las metodologías que se desarrollaran en el manual, y su importancia recae en que en muchas ocasiones, hay personal nuevo ingreso que no tiene mucha experiencia en el área, por lo que el lenguaje utilizado debe ser técnico pero con la suficiente flexibilidad para ser entendido por personas sin experiencia, lo cual, según las 10 personas entrevistadas, fue totalmente cumplido en cada sección del manual.

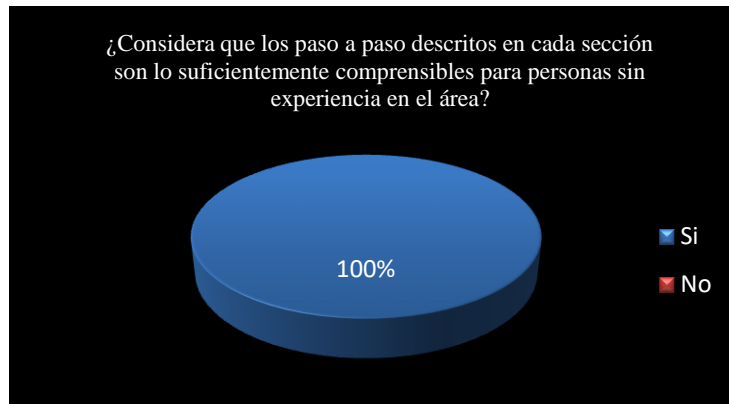


Gráfico 3. Resultados de pregunta 3 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

4. ¿Los métodos establecidos responden a diferentes escenarios?

Una de los principales errores en la planificación de las redes, es que frecuentemente, no se consideraban los diferentes escenarios que posiblemente podían ocurrir, y como consecuencia, no se contemplaban alternativas para las instalaciones, que se adaptaran a esos diferentes escenarios, provocando que las técnicas utilizadas no fueran las más adecuadas. Para este caso, la totalidad de los entrevistados confirman que en definitiva, los métodos del manual sí están planteados bajo diferentes posibilidades, esto se traducirá en una mejor capacidad de respuesta frente a cambios de panorama, no solo en la instalación del cableado, sino también en las demás etapas involucradas.



Gráfico 4. Resultados de pregunta 4 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

5. ¿Los métodos de instalación y diseño están adaptados al tipo de entorno?

Para esta pregunta, los resultados arrojaron un 100% de aceptación dentro de los entrevistados, declarando así que los métodos presentados para el diseño y la instalación de las redes, están lo suficientemente detallados y especificados, para responder a los diferentes entornos que se puedan presentar en la planificación de las mismas, este resultado se muestra en el gráfico 5.

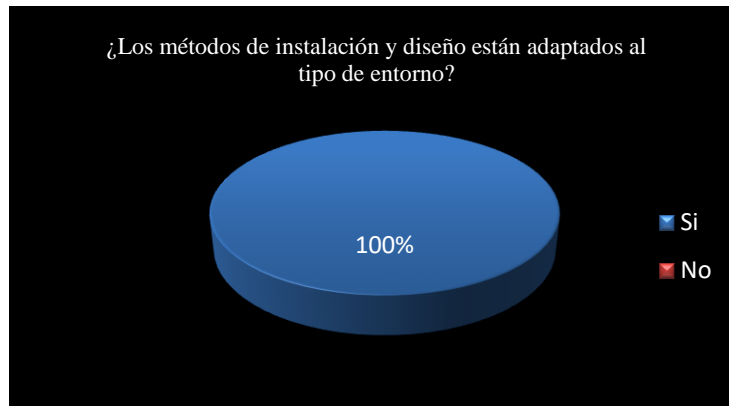


Gráfico 5. Resultados de pregunta 5 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

6. ¿Considera que la metodología expuesta en el área “Diseño” es completamente funcional para crear una red de fibra óptica que cumpla con estándares de calidad?

Los resultados para esta pregunta demostraron que la totalidad de los entrevistados validan que en la sección de Diseño del manual, se reflejan procedimientos completamente eficaces y sustentados sobre estándares de calidad, lo suficientemente aptos para la creación de redes de fibra óptica de un alto nivel de calidad. En el gráfico 6 se muestran estos resultados.

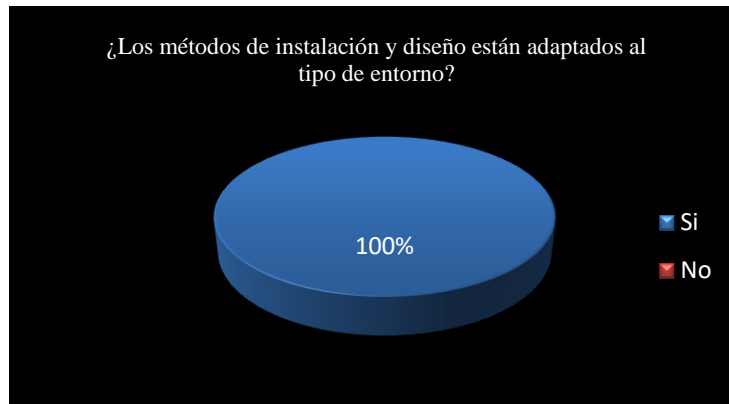


Gráfico 6. Resultados de pregunta 6 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

7. ¿En su experiencia, opina que la etapa de “Instalación” abarca todos los aspectos importantes, con las secciones agregadas?

En el manual, tal como se puede observar en la figura 46, la etapa concerniente a la instalación de las redes, se seccionó con la finalidad de abarcar con más

especificidad cada aspecto significativo que se debe tomar en cuenta, como por ejemplo, el tipo de instalación, recomendaciones para empalmes, terminación, conductos, limpieza, lubricante, entre otros, acerca de su valor, todos los entrevistados confirmaron que la etapa de “Instalación” cumple con todos los puntos que se consideran de relevancia, este resultado se puede observar en el gráfico de torta número 7.

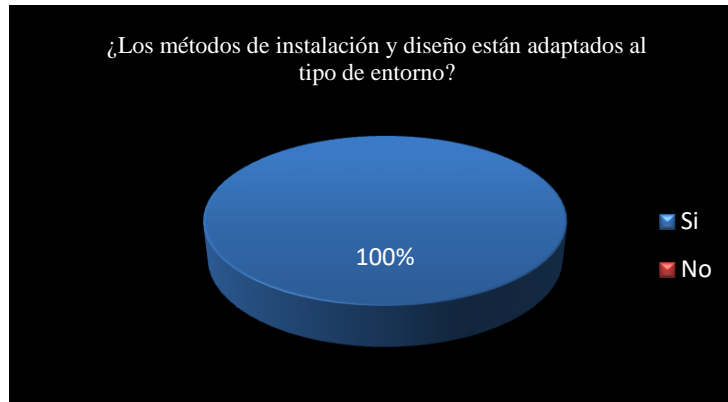


Gráfico 7. Resultados de pregunta 7 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

8. ¿Piensa que siguiendo todos los pasos descritos en las secciones de “Instalación” se garantiza la disminución de errores por parte de los técnicos instaladores y outsourcing?

En esta pregunta los 10 expertos afirmaron, como se ve en el gráfico 8, que siguiendo los pasos y métodos descritos en todas las secciones correspondientes a la instalación de las redes, los técnicos y personal externo a la empresa que se contrate para este fin, deben cometer menos errores en los procedimientos que llevan a cabo en campo. Este es el principal propósito de que el manual pueda estar disponible en la web y adaptado a dispositivos móviles, que los técnicos estando en cualquier zona puedan acceder a él y apegarse a las metodologías establecidas.

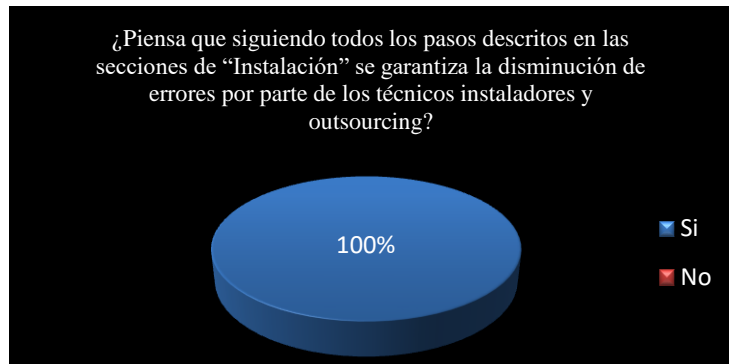


Gráfico 8. Resultados de pregunta 8 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

9. ¿Considera que la sección de “Certificación” está bien explicada con los métodos y contenido audiovisual?

Tal como se muestra en el grafico 9, las respuestas fueron totalmente afirmativas, aseverando que la unión de los métodos y el contenido audiovisual establecidos como guía para la certificación de las redes son lo suficientemente aptas y están correctamente desarrollados y seleccionados.

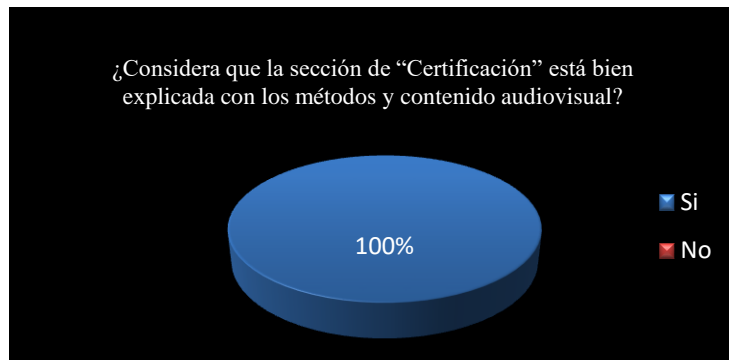


Gráfico 9. Resultados de pregunta 9 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

10. En la sección de “Diseño” se proporciona un archivo con lineamientos y ejemplo de un diagrama unifilar. ¿Considera que este tipo de diagrama es un buen método para llevar un registro adecuado de la red empresarial?

Las respuestas a esta pregunta coincidieron de forma unánime, ratificando que la sugerencia de realizar un diagrama unifilar detallado donde se registre toda la red de fibra óptica empresarial, enlace por enlace, es un buen método de control, asegurando que el ejemplo suministrado como guía para su elaboración es

completamente funcional para el logro del objetivo. Dicho resultado se visualiza en el gráfico 10.

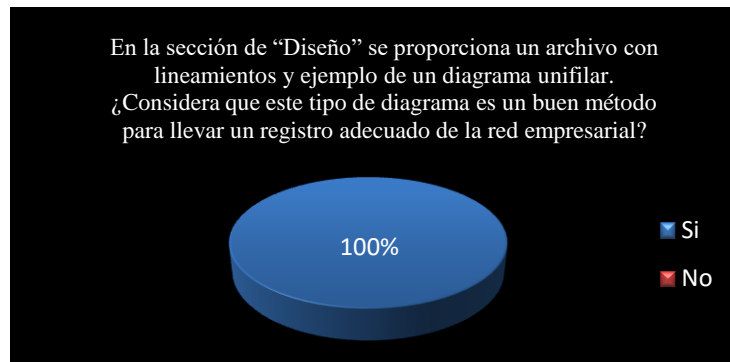


Gráfico 10. Resultados de pregunta 10 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

11. En la sección de “Diseño” se proporciona un archivo con un ejemplo de Ficha Técnica de Construcción. ¿Considera que abarca los puntos que necesita saber el técnico o contratista al momento de realizar la instalación?

Esta pregunta, tiene el mismo objetivo que la anterior, pero orientado hacia la evaluación de la ficha técnica de construcción que se plantea como documento que se debe entregar por parte del equipo de diseño de la empresa, a los técnicos encargados de la instalación de la red, con la finalidad, de que este contenga todos las consideraciones necesarias que deban tener en cuenta sobre las características de la red, del entorno, tipo de instalación y detalles técnicos, para que tomen sus previsiones y sigan los lineamientos correspondientes. En este sentido, cada uno de los entrevistados, afirmó que considera que la Ficha Técnica de Construcción tiene un contenido lo suficientemente sustancial y eficaz, para concretar su cometido, dichos resultados se muestran en el gráfico 11.

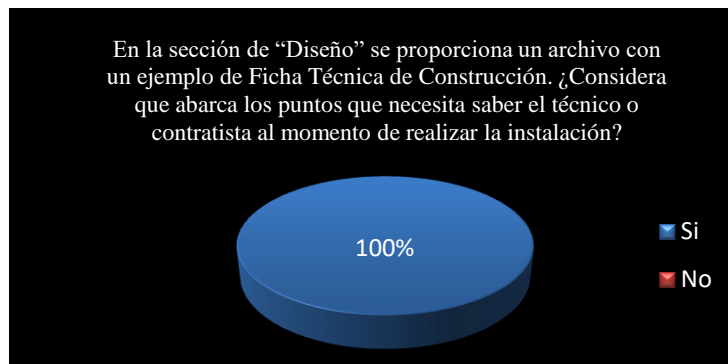


Gráfico 11. Resultados de pregunta 11 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

12. ¿Piensa que el software de toma de decisiones “Optical Decisions” abarca todos los puntos fundamentales para el diseño de una red FTTH?

Esta pregunta va orientada hacia la evaluación del programa de toma de decisiones “Optical Decisions”, más específicamente sobre su nivel de cobertura, es decir, la cantidad de datos que toma en consideración para arrojar un plan de acción, esto, tomando en cuenta que fue diseñado con la finalidad de dar sugerencias para las elecciones que se realicen en el momento de diseñar la red, siempre y cuando los datos introducidos puedan ser mensurables, y/o se puedan establecer puntos de comparación entre diferentes alternativas. En este sentido, los resultados obtenidos, tal como se muestran en el gráfico 12, reflejan que un 90% de los entrevistados, razonan que dicho programa, contiene todos los puntos que, dentro de los alcances del proyecto, son posibles de mensurar y procesar para la elaboración de un plan de acción que sirva en la orientación para la toma de decisiones a la hora de diseñar una red FTTH, sin embargo, uno de los entrevistados, correspondiente al 10% del total, discrepa del resultado mayoritario.

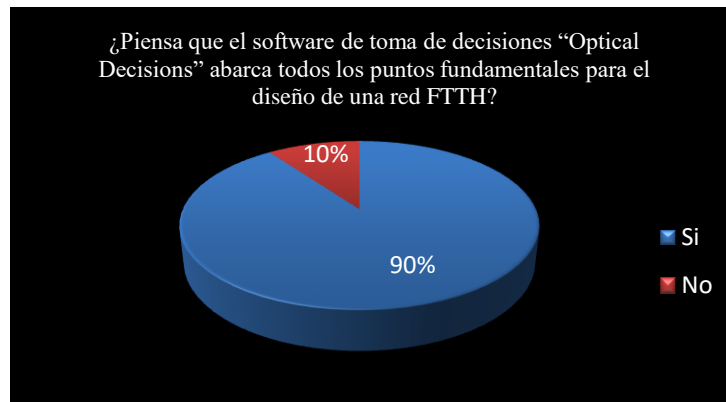


Gráfico 12. Resultados de pregunta 12 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

13. De acuerdo con su experiencia, y los datos que suministró al probar el software de toma de decisiones, ¿opina que los cálculos de cobertura de la red proporcionan un resultado que se adapta a las necesidades del cliente y la empresa de forma adecuada?

En el programa de toma de decisiones, uno de los primeros datos que se solicitan, es la cantidad total de personas que habitan en la zona donde se va a instalar la red, el porcentaje de ellas que en realidad desean el servicio, aunado a esto, el usuario también debe introducir el porcentaje de cobertura que maneja la empresa, y en conjunto con el porcentaje de reserva de puertos seleccionado, el programa, de acuerdo a una serie de condicionales previamente estudiados, realiza el cálculo y arroja un porcentaje de cobertura lo más óptimo posible para cubrir de manera eficaz la demanda, sin que afecte el manejo de recursos materiales, de tiempo y procesos destinados a esa red. De acuerdo con esto, y después de haber probado el Optical Decisions, los 10 entrevistados coincidieron con una reacción positiva, afirmando que están satisfechos y aprueban los resultados que obtuvieron, esto se refleja en el gráfico 13.

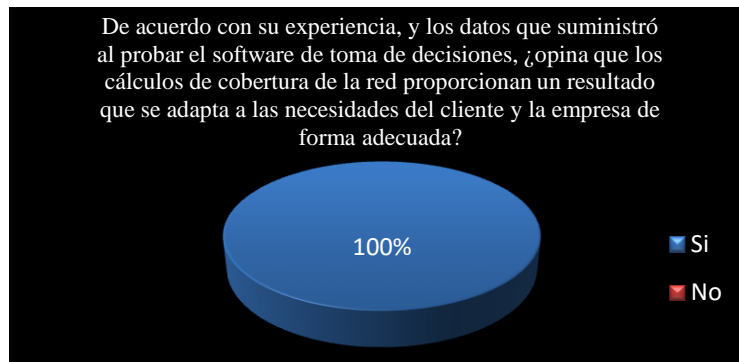


Gráfico 13. Resultados de pregunta 13 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

14. En concordancia con sus conocimientos, y los datos que proveyó al probar el Optical Decisions, ¿opina que el cálculo de splitters y resultados de tipos de fibra son los adecuados?

Bajo la misma lógica, se realizan los cálculos de la cantidad de splitters necesarios y la estimación del estándar de fibra y tipo de cable, todo en base a la selección del usuario, y determinados bajo los lineamientos de los estándares escogidos en el desarrollo del proyecto. Los resultados mostrados en el gráfico 14 demuestran que el 100% de los participantes de la entrevista, consideran que los resultados arrojados reflejan fidelidad y validez.

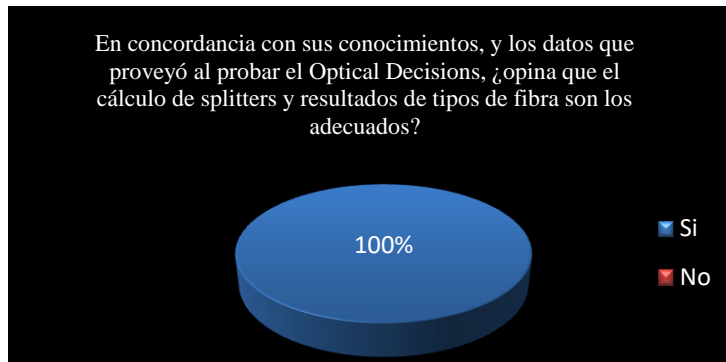


Gráfico 14. Resultados de pregunta 14 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

15. ¿Piensa que el cálculo de presupuesto de potencia óptica por parte del software está bien realizado?

De igual modo, en el caso de esta pregunta, se obtuvieron resultados unánimes, alegando a que los cálculos concernientes tanto al presupuesto de potencia, como a la atenuación, para los enlaces descendentes y ascendentes, reflejan exactitud, precisión y coherencia. Tal resultado de la respuesta se visualiza en el gráfico 15.

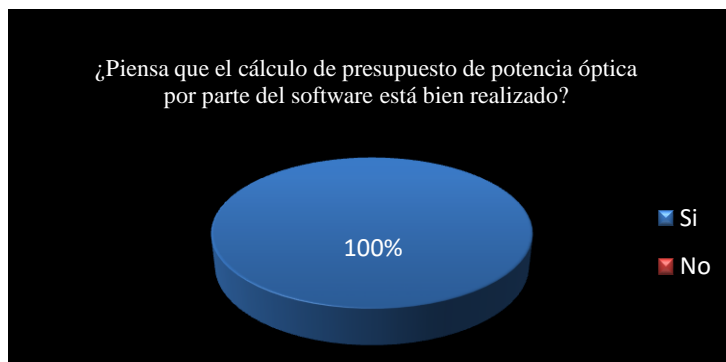


Gráfico 15. Resultados de pregunta 15 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

16. ¿Considera usted, que el plan de acción arrojado por el Optical Decisions aseguraría un diseño e instalación con un alto índice de calidad?

Esta pregunta va orientada hacia la evaluación, por parte de los expertos, del nivel de eficacia del plan de acción que arroja el programa de toma de decisiones, y si todas las conclusiones que ofrece son suficientes para poder facilitar el diseño y la instalación de la red bajo los estándares de calidad de servicio que se buscan, a lo que los 10 entrevistados respondieron, que sí consideran que el plan de acción es

completo y cumple con el propósito buscado, dichas respuestas se reflejan en el gráfico 16.

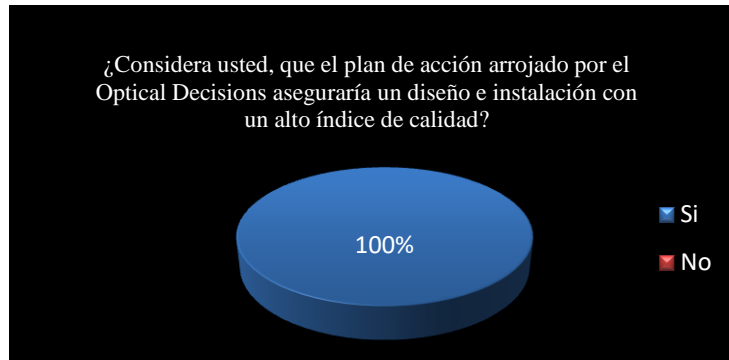


Gráfico 16. Resultados de pregunta 16 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

Evaluación de la interfaz.

17. ¿La página web es intuitiva?

En el grafico 17 se puede observar que 10 de los 10 entrevistados afirmaron que la página web, es fácilmente utilizable por cualquier usuario sin necesidad de pensar mucho en procedimientos o forma de uso correcta.

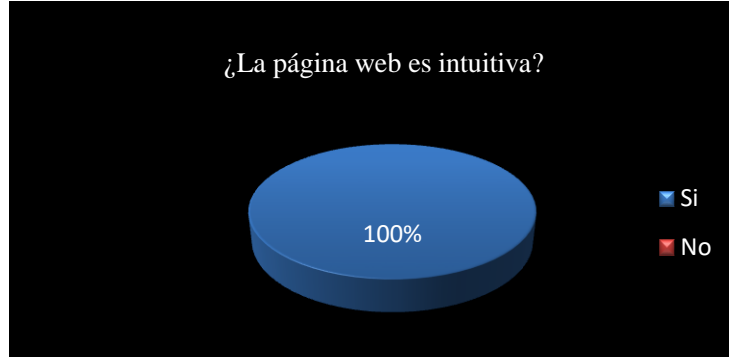


Gráfico 17. Resultados de pregunta 17 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

18. ¿Piensa que la página es de respuesta rápida?

Como resultado a esta pregunta, hay 100% de coincidencia afirmando que en definitiva, la página web tiene un buen nivel de rapidez, lo cual se puede verificar en el gráfico 18.

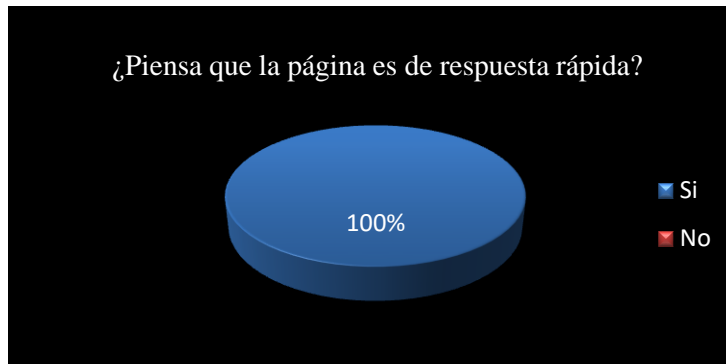


Gráfico 18. Resultados de pregunta 18 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

19. ¿Está correctamente distribuida?

Referente a la distribución de la página, la presencia de secciones y menús, la totalidad de los expertos confirman que la página presenta una buena estructuración, se puede corroborar dicho resultado en el gráfico 19.

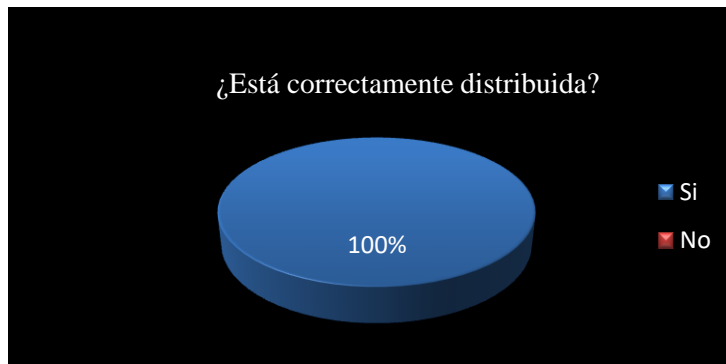


Gráfico 19. Resultados de pregunta 19 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

20. ¿Se le hizo sencillo buscar ítems específicos dentro de cada sección?

Relacionado con la pregunta anterior, los entrevistados afirman que definitivamente la búsqueda de temas y contenidos específicos dentro de la interfaz es sencilla y eficaz, este resultado se representa con un 100% de aprobación en el gráfico 20.

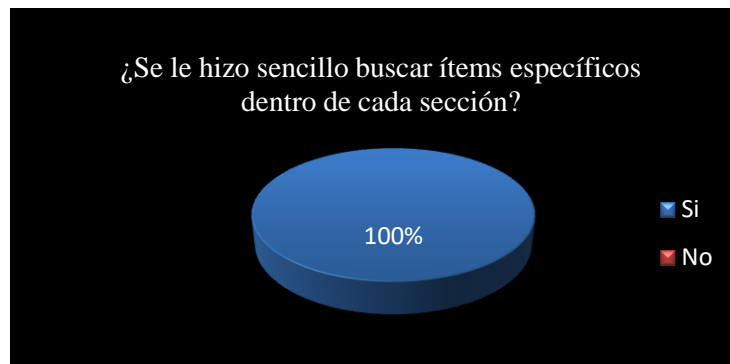


Gráfico 20. Resultados de pregunta 20 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

21. ¿Considera que el diseño web es atractivo?

Los diez entrevistados coincidieron en sus respuestas, afirmando que consideran que el diseño de la interfaz es atractivo y está correctamente orientado al área en la que se enfoca, estas respuestas se visualizan en el gráfico 21.

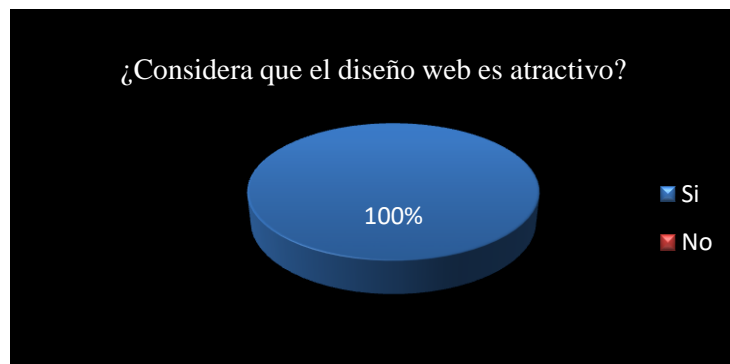


Gráfico 21. Resultados de pregunta 21 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

22. Si accedió a la página a través de un teléfono o dispositivo móvil, ¿Considera que en este formato, el diseño es lo suficientemente funcional, eficiente y con características responsivas?

Todos los especialistas entrevistados coincidieron en que la interfaz cumple con los requisitos de responsividad necesarios para que se visualice de forma eficiente, atractiva y funcional en diferentes tamaños de pantalla. Este resultado se muestra en el gráfico 22.

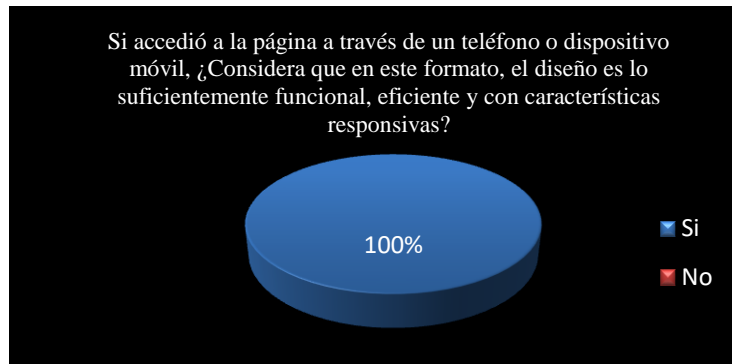


Gráfico 22. Resultados de pregunta 22 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

23. ¿Cree que la página cumple con los requerimientos para ser una herramienta que disminuya errores y evite que los técnicos improvisen en el trabajo de campo?

Los resultados para esta pregunta fueron un 100% aprobando que la página, y su contenido, son totalmente eficientes y funcionales para disminuir los errores e improvisaciones en los trabajos de campo realizados por los técnicos de redes. Tal resultado se observa en el gráfico 23.

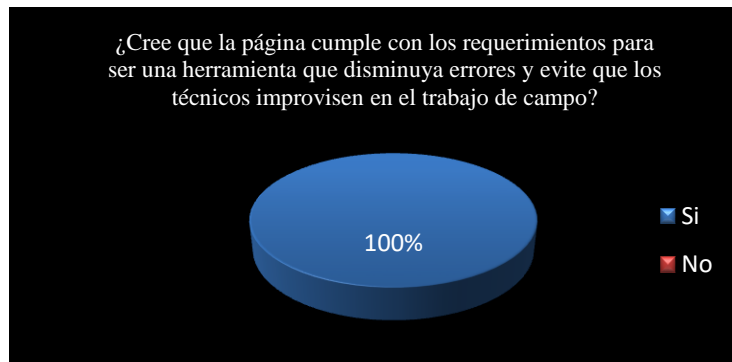


Gráfico 23. Resultados de pregunta 23 de la entrevista.

Fuente: Bierkamp, K (2022).

De conformidad con todos los resultados antes expuestos, se puede concluir aseverando que, de acuerdo a la opinión y experiencia de expertos en el área de telecomunicaciones, el manual desarrollado en el presente proyecto de pasantía, está conformado por metodologías, procesos y explicaciones lo suficientemente detalladas y redactadas bajo los lineamientos de los estándares más aptos en el área, siendo entendibles también para personas que no posean experiencia, dichos métodos

también consideran diferentes escenarios y plantean soluciones alternativas a cada uno, además, se encuentra debidamente seccionado y abarca los puntos que son de especial importancia en cada una de las etapas, además, van orientados a cumplir con los objetivos de control de calidad que previamente se establecieron como las necesidades para dar solución a la fallas que se presentan en las redes de FTTH de la empresa NETUNO, C.A, Valencia, agregando además, un programa de toma de toma de decisiones, que arroja un plan de acción con cálculos precisos que orientan en las elecciones relacionadas tanto al diseño como a la instalación de las redes de fibra óptica. También resultaron positivas, todas las respuestas en cuanto a la usabilidad web de la interfaz, englobando en ella, tanto las características funcionales como estéticas.

CONCLUSIONES

El presente informe de pasantía fue realizado con el objetivo de desarrollar un manual para la estandarización en procesos de instalación residencial y tendidos troncales de redes FTTH de la empresa NETUNO, C.A, para dar solución a las fallas presentadas más frecuentemente en las mismas, por medio de la elaboración de metodologías detalladas minuciosamente, y basadas en normativas, estándares y recomendaciones, establecidas por instituciones internacionales especializadas en el área de las telecomunicaciones. Si bien el objetivo era únicamente la redacción de estos procesos, se decidió elevar la funcionalidad del manual plasmándolo en una página web, que además cuenta con un programa de toma de decisiones para el área de diseño de las redes. Para más especificidad, se detallarán una serie de conclusiones a las que se llegaron con las fases de investigación.

- Gracias a la elaboración de una entrevista no estructurada realizada a los ingenieros y técnicos del área de diseño e instalación, se pudo diagnosticar las seis principales fallas que aquejan a las redes, como que los métodos que se realizan son deficientes y sin adaptar a entornos, hay muchos cortes de fibra, empalmes y terminaciones defectuosas, desajuste en la cantidad de puertos que se diseñan y además ausencia de registros de la red, todo esto perjudicando a la calidad de servicio de la red, y además el manejo de recursos de tiempo, intelectuales y materiales de la empresa.
- En base a las fallas diagnosticadas, se logró definir los aspectos importantes que debían estar contenidos dentro de los métodos que se elaboraran en el manual, y además, se seleccionaron los estándares más aptos para cada proceso, todos, pertenecientes a instituciones como la ITU, TIA, ISO, FOA y además, recomendaciones por parte de expertos, y de la autora por su experiencia en el diseño de las redes residenciales de FTTH durante sus pasantías en la mencionada empresa.

- Luego de un análisis del plan de alcances y competencias, y considerando las limitaciones correspondientes, se hizo la selección del lenguaje de programación en base a la comparación de diferentes alternativas por medio del análisis FODA de cada una, concluyendo que los lenguajes más propicios para el desarrollo de la página web, eran HTML, CSS y Javascript.
- Una vez que fue desarrollado el manual, cumpliendo cada una de las premisas que fueron propuestas, se sometió al juicio de expertos en el área de telecomunicaciones, por medio de una entrevista estructurada, cuyos resultados arrojaron un alto índice de aceptación, quedando reflejada la eficacia y el control de calidad que representaría su uso en las diferentes etapas en la construcción y elaboración de una red FTTH, además de certificar no solo la validez de los procedimientos establecidos, sino también la usabilidad de la interfaz donde se representa. Los resultados de la entrevista registraron que ejercer y promover el uso de la herramienta que se desarrolló en este presente proyecto, disminuiría todas las fallas diagnosticadas, mejorando, por ende, la calidad de servicio y el manejo de los procesos y recursos en las redes de FTTH de la empresa NETUNO, C.A.

RECOMENDACIONES

Refiriéndose a los procedimientos, se considera que puede agregarse secciones concernientes a la seguridad laboral, medidas y estándares que rijan esos cuidados que debe tener el técnico en el trabajo en campo para cuidar su propia integridad física y la de las personas en el entorno. Además se puede agregar una sección tipo biblioteca, donde se contengan toda la documentación original de los estándares en los que se basan los paso a paso redactados, con la finalidad de que el usuario, sin necesidad de redirigirse a otro sitio web, pueda consultar directamente el documento completo, lo cual también permite fomentar el aprendizaje de forma más técnica y profunda sobre el tema.

En cuanto a aspectos de funcionalidades de la página se considera que posteriormente se pueden realizar actualizaciones para que se pueda crear en conjunto con los servidores propios de la empresa, un sistema de cuentas de usuario para que se le puedan asignar privilegios y funciones especiales a cada empleado, según sea su área de trabajo, diseño, instalación o certificación, y que cuente además con capacidades de almacenamiento para cada red, de modo que los empleados puedan compartir los avances de su trabajo de forma instantánea por medio de la plataforma, eso favorecería la dinámica entre las diferentes etapas de construcción, los tiempos de respuesta a los clientes porque se acelerarían los procesos de levantamiento, diseño e instalación, y además se llevaría un registro automático de todas las redes de la empresa.

REFERENCIAS

- Arias, F (2006). **Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología**. 5ta Edición. Caracas: Editorial Episteme.
- Arias, F (2012). **Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica**. 6ta Edición. Editorial Episteme.
- Ariganello, E (2016). **Guía de estudio para la certificación CCNA Routing y Switching**. 4ta Edición. Editorial Ra-Ma.
- Balestrini, M (2002). **Cómo se elabora el proyecto de investigación**. Disponible en: <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0093381/cap03.pdf>
- Bojorquez, J (2011). **Usos de FTTH**. Disponible en: <http://comunidad.ingenet.com.mx/ftth/2011/03/02/ftt/>
- Cáceres, I (2014). **Estandares xPON**. Disponible en: <https://es.slideshare.net/ivandarklife/redes-opticas-pasivas-xpon-39658803>
- Castro, R (2019), **“Diseño de una red FTTH basado en el estándar GPON para la conexión de videocámaras para el Distrito de San Martín de Porres”**. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/625704>
- Chayña, J (2017), **“Diseño de una red de acceso FTTH utilizando el estándar GPON para la empresa Amitel S.A.C, Puno.”**. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3859>
- Chiavenato, I (2004). **Introducción a la Teoría General de la Administración**. 7ma Edición. Editorial McGraw-Hill/ Interamericana.
- Chomsky, N (2000). **Competencia**. Disponible en: [https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/lsg/concepto_competencias.html#:~:text=Seg%C3%BAn%20Kobinger%20\(1996\)%2C%20%E2%80%9C,una%20actividad%20o%20una%20tarea%E2%80%9D.](https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/lsg/concepto_competencias.html#:~:text=Seg%C3%BAn%20Kobinger%20(1996)%2C%20%E2%80%9C,una%20actividad%20o%20una%20tarea%E2%80%9D.)
- Chomyc, B (2001). **Instalaciones de fibra óptica. Fundamentos, técnicas y aplicaciones**. 1ra Edición. Editorial McGraw-Hill

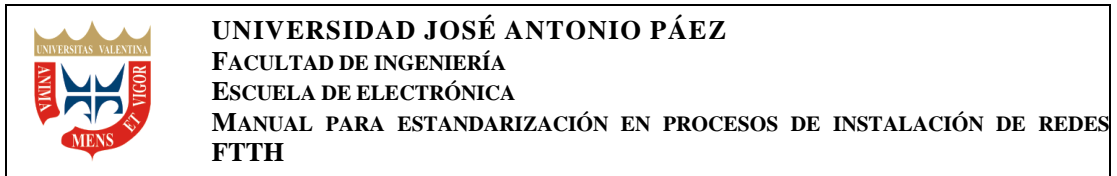
- Daros, W (2002). **¿Qué es un marco teórico?** Disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/259/25914108.pdf>
- Frontado, L y Goatache, L (2011), “**Diseño de la ingeniería física y lógica de una red de fibra óptica en el tramo Caracas- Valencia**”, Caracas, Venezuela: Universidad Católica Andrés Bello. Disponible en:
<http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS1555.pdf>
- Heller, E (2004). **Psicología del color**. 1ra Edición. Editorial GG. Disponible en:
<https://imborrable.com/blog/psicologia-del-color/>
- Hernández F. y Baptista (2006) **Metodología de la investigación**. Disponible en:
https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20Ola%20investigaci%C3%B3n%20ta%20Edici%C3%B3n.pdf
- IONOS (2019). **Lenguaje de programación C++**. Disponible en:
<https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/lenguajes-de-programacion-web/>
- ISO 11801. **Sistemas de cableado para telecomunicaciones**. Disponible en:
<http://analisisdeprocesosisrael.blogspot.com/2017/04/isoiec-11801.html>
- ISO. **Conceptualización de estándar**. Disponible en:
<https://www.iso.org/standards.html>
- ITU-T (2008). **Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabit**. Disponible en:
<https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.1/es>
- Josan, M (2017). **Ventajas y desventajas de GPON**. Disponible en:
<https://naseros.com/2017/03/13/como-funciona-una-conexion-de-fibra-gpon-y-ftth/>
- Juganaru, M (2014). **Introducción a la programación**. 1ra Edición. Grupo Editorial Patria.
- Marakas, G (2008). **Introduction to Information Systems**. 14va Edición. Editorial McGraw-Hill/Irwin.
- Miralles, E (2015). **Definición de FTTC**. Disponible en:
<https://docplayer.es/10735364-Universidad-de-san-carlos-de-guatemala-facultad-de-ingenieria-escuela-de-ingenieria-mecanica-electrica.html>

- Murillo, J (2013). **La entrevista**. Disponible en:
http://www2.uca.edu.sv/mcp/media/archivo/f53e86_entrevistapdfcopy.pdf
- Pacheco, J y Parra, M (2015). “**Diseño de una red FTTx con tecnología GPON para la cabecera Totoracocha**”. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca. Disponible en:
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23107/1/Tesis.pdf>
- Pérez, B (2006). **Bases teóricas**. Disponible en:
[https://metinvest.jimdofree.com/marco-te%20C3%B3rico/#:~:text=Seg%C3%BAn%20P%C3%A9rez%2C%20\(2006\)%20las,69\)](https://metinvest.jimdofree.com/marco-te%20C3%B3rico/#:~:text=Seg%C3%BAn%20P%C3%A9rez%2C%20(2006)%20las,69)).
- Pérez, E (2019), “**Factibilidad de convergencia de redes de acceso de próxima generación en redes FTTx usando tecnología de la familia xPON sobre redes heredadas**”, Caracas, Venezuela: Universidad Católica Andrés Bello. Disponible en:
<http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAU4137.pdf>
- Pérez, J (2013). **Estudio y clasificación de tipos de aplicaciones Web y determinación de atributos de usabilidad más relevantes**. Valencia, España: Universitat Politècnica de Valencia. Disponible en:
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/32839/Memoria.pdf>
- Popoca, F. (2018). **Simulador interactivo sobre funcionamiento y aplicaciones de la fibra óptica**. Disponible en:
<https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/8394>
- Robles, O. (2021). **Introducción Completa a los Sistemas GPON**. Disponible en:
<https://soporte.syscom.mx/es/articles/2620040-introduccion-completa-a-los-sistemas-gpon>
- Rodríguez, A. (2013). **Divisores (Splitters) para FTTH**. Disponible en:
<http://www.instaladoresdetelecomhoy.com/divisores-splitters-para-ftth/>
- Tamayo y Tamayo (2007). **Metodología de la Investigación**. Disponible en:
<http://virtual.urbe.edu/tesispub/0092769/cap03.pdf>

- Tamayo, M (2012). **El proceso de la Investigación Científica**. 4ta Edición. México: Editorial Limusa.
- Torres, M (2016). “**Análisis y resolución de fallas en la instalación y operación de una red GPON de fibra a la casa**”. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/11257/tesis.pdf?sequence=1>
- Villafranca, D. (2002). **Bases legales**. Disponible en: <https://bianneygiraldo77.wordpress.com/#:~:text=Segun%20Villafranca%20D.,cuyo%20tema%20asi%20lo%20amerite%E2%80%9D>.
- Wilson, L (1993). **Lenguaje de programación**. Disponible en: <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0093361/cap02.pdf>

ANEXOS

Anexo A. Encuesta realizada a expertos en el área de telecomunicaciones.



Encuestador: Karina Bierkamp.

Introducción: La empresa de telecomunicaciones NETUNO C.A. pionera en el país, presenta la necesidad de aumentar el control de calidad en los procesos de instalación de redes FTTH residenciales y troncales, con el fin de disminuir las fallas más frecuentes que se presentan en las mismas, para ello, se realizó la elaboración de un manual que contiene los métodos más adecuados de levantamiento, diseño, instalación y certificación de redes FTTH, basados en estándares avalados internacionalmente, además, como valor agregado este fue desarrollado en forma de una página web, aportándole una sección “inteligente” al contar con un software de toma de decisiones para el diseño de redes FTTH, en función de los datos suministrados por el usuario, arrojando un plan de acción con resultados calculados en base a los estándares elegidos y estructuras condicionales. En base a las consideraciones anteriores, se presenta el siguiente cuestionario con la finalidad de certificar la funcionalidad tanto del manual como de la interfaz.

Evaluación de las metodologías reflejadas en el manual.

Instructivo: Para responder a las siguientes preguntas, primero debe leer cada una de las secciones de la página web, dirigiendo especial atención a los métodos y estándares que allí se reflejan. Entendiendo que las preguntas son del tipo cerradas dicotómicas, es decir, su respuesta debe limitarse a “sí” o “no”.

24. ¿De acuerdo a sus conocimientos en el área, considera que los estándares elegidos son los más aptos en el área de fibra óptica? _____. ¿Considera que se hizo un correcto empleo de los mismos en los paso a paso redactados? _____.
25. ¿En su opinión y experiencia considera que los métodos propuestos para las etapas expuestas en el manual, cubren los aspectos claves para ejercer un adecuado control de calidad? _____.
26. ¿Considera que los paso a paso descritos en cada sección son lo suficientemente comprensibles para personas sin experiencia en el área? _____.
27. ¿Los métodos establecidos responden a diferentes escenarios? _____.
28. ¿Los métodos de instalación y diseño están adaptados al tipo de entorno? _____.

29. ¿Considera que la metodología expuesta en el área “Diseño” es completamente funcional para crear una red de fibra óptica que cumpla con estándares de calidad?_____.
30. ¿En su experiencia, opina que la etapa de “Instalación” abarca todos los aspectos importantes, con las secciones agregadas? _____.
31. ¿Piensa que siguiendo todos los pasos descritos en las secciones de “Instalación” se garantiza la disminución de errores por parte de los técnicos instaladores y outsourcing?_____.
32. ¿Considera que la sección de “Certificación” está bien explicada con los métodos y contenido audiovisual?_____.
33. En la sección de “Diseño” se proporciona un archivo con lineamientos y ejemplo de un diagrama unifilar. ¿Considera que este tipo de diagrama es un buen método para llevar un registro adecuado de la red empresarial? _____.
34. En la sección de “Diseño” se proporciona un archivo con un ejemplo de Ficha Técnica de Construcción. ¿Considera que abarca los puntos que necesita saber el técnico o contratista al momento de realizar la instalación? _____.
35. ¿Piensa que el software de toma de decisiones “Optical Decisions” abarca todos los puntos fundamentales para el diseño de una red FTTH?_____.
36. De acuerdo con su experiencia, y los datos que suministró al probar el software de toma de decisiones, ¿opina que los cálculos de cobertura de la red proporcionan un resultado que se adapta a las necesidades del cliente y la empresa de forma adecuada?_____.
37. En concordancia con sus conocimientos, y los datos que proveyó al probar el Optical Decisions, ¿opina que el cálculo de splitters y resultados de tipos de fibra son los adecuados?_____.
38. ¿Piensa que el cálculo de presupuesto de potencia óptica por parte del software está bien realizado?_____.
39. ¿Considera usted, que el plan de acción arrojado por el Optical Decisions aseguraría un diseño e instalación con un alto índice de calidad? _____.

Evaluación de la interfaz.

Instructivo: En esta sección de la encuesta, las preguntas van enfocadas al diseño web, con la intención de evaluar la calidad de la interfaz, su funcionalidad y estética. Las siguientes preguntas son del tipo cerradas dicotómicas, limitando su respuesta a “si” o “no”.

40. ¿La página web es intuitiva? _____.
41. ¿Piensa que la página es de respuesta rápida?_____.
42. ¿Está correctamente distribuida?_____.
43. ¿Se le hizo sencillo buscar ítems específicos dentro de cada sección?_____.

44. ¿Considera que el diseño web es atractivo?_____.
45. Si accedió a la página a través de un teléfono o dispositivo móvil, ¿Considera que en este formato, el diseño es lo suficientemente funcional, eficiente y con características responsivas?_____.
46. ¿Cree que la página cumple con los requerimientos para ser una herramienta que disminuya errores y evite que los técnicos improvisen en el trabajo de campo? _____.

Anexo B. Cuadro Técnico Metodológico. Tabla de operacionalización de variables.

Objetivo de la Investigación	Desarrollar un manual para la estandarización y optimización de los procesos de instalación residencial y tendidos troncales en las redes FTTH de la empresa NETUNO, CA, ubicada en Valencia estado Carabobo.				
Variables	Dimensiones	Subdimensiones	Indicadores/ Criterios	Instrumento	Ítem
Métodos contenidos en el manual	Diseño Instalación Certificación Software de toma de decisiones.	Procesos. Contenido audiovisual. Cálculos. Herramientas.	Estándares internacional es. Funcionalidad. Eficiencia. Nivel de adaptabilidad	Encuesta Estructurada	1,2,3 4,5,6, 7,8,9, 10,11, 12,13, 14,15 y 16.
Interfaz de la página web	Usabilidad Diseño. Capacidad responsiva.	Funcionalidad Distribución. Herramientas. Estética.	Funcionamiento correcto. Legible. Uso intuitivo. Opinión de expertos.		17,18, 19,20, 21,22 y 23.

Anexo C. Validación del instrumento de investigación el cual es una encuesta realizada a expertos en el área de telecomunicaciones.

Validación del instrumento

I. Datos generales:

- a. Apellidos y nombres: Suescun Rondón July
- b. Cargos en la institución donde labora: Asesor y Tutor de Trabajos de Grado, Docente
- c. Nombre del instrumento a evaluar: Encuesta

II. Aspectos de validación:

Criterio	Indicadores	Inaceptable		Medianamente aceptable		Aceptable	
		0	1	2	3	4	5
Coherencia	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación y los objetivos planteados						x
Relación con objetivos	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.						x
Claridad	La redacción de los ítems es clara y apropiada para cada dimensión.						x
Compresión	En general, el instrumento permite un manejo ágil de la información.						x
Organización	Existe una organización lógica.						x
Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos suficientes						x
Cumplimiento	Las preguntas permiten cumplir con los objetivos planteados, obteniendo la información requerida						x

III. Opinión de aplicabilidad

- a. El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- b. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

IV. Promedio de valoración: 5

Correo: July.unitec1964@gmail.com

Teléfono: 0414-9402620

Fecha: 28-04-2022

