

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS					   	
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 2

Neiva, 27 de octubre 2023

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Andres Felipe Bedoya Escobar, con C.C. No. 1075310321,

Brayan Steven Prada Baron, con C.C. No. 1075322904,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o Pasantía supervisada _____

titulada VIABILIDAD Y DISEÑO DE UNA RED FTTx PARA INTERNET MASIVO EN EL SECTOR URBANO Y RURAL DEL MUNICIPIO DE VILLAVIEJA HUILA.

presentado y aprobado en el año 2023 como requisito para optar al título de

Ingenieros Electrónicos;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE: Andres Felipe Bedoya

Firma: Andres Bedoya

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE: Brayan Steven Prada

Firma: Brayan Prada

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 4

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: VIABILIDAD Y DISEÑO DE UNA RED FTTx PARA INTERNET MASIVO EN EL SECTOR URBANO Y RURAL DEL MUNICIPIO DE VILLAVIEJA HUILA.

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Bedoya Escobar Prada Baron	Andres Felipe Brayan Steven

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Quintero Polanco Jiménez	Jesus David Wilfredo

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Bravo Obando Molina Mosquera	Martín Diomedes Johan Julián

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniero electrónico

FACULTAD: ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Electrónica

CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2023

NÚMERO DE PÁGINAS: 87

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas___ Fotografías___ Grabaciones en discos ☒ Ilustraciones en general___ Grabados___
Láminas___ Litografías___ Mapas___ Música impresa___ Planos___ Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas
o Cuadros___

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 4

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: Word

MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Fibra	Fiber	6. Cable	wire
2. Sociodemográfica	Sociodemographic	7. Perdidas	losses
3. Internet	Internet	8. Atenuación	attenuation
4. Turismo	tourism	9. Conectividad	connectivity
5. Cobertura	coverage	10. Costos	costs

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

En Villavieja, el crecimiento turístico ha sido constante, pero la falta de conectividad de calidad ha limitado el desarrollo tanto para la comunidad local como para los visitantes. La ubicación en un área protegida ha restringido la posibilidad de implementar infraestructura, centrándose en el casco urbano como única opción viable. El proyecto busca abordar estos desafíos mediante la creación de una red de fibra óptica de alta calidad en el área urbana, mejorando la calidad de vida y atrayendo a más turistas. Sin embargo, los análisis financieros muestran un Valor Presente Neto negativo, lo que sugiere la necesidad de una inversión gubernamental significativa para hacer que el proyecto sea viable, subrayando la importancia de la colaboración público-privada en proyectos de esta envergadura.

En cuanto al Desierto de la Tatacoa, debido a su estatus de área protegida, la implementación de una red de fibra óptica se considera inviable. el proyecto se presenta como una solución integral para superar los desafíos tecnológicos, económicos y medioambientales, mejorando la conectividad en el casco urbano de Villavieja y promoviendo un desarrollo equitativo y sostenible en la región.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

In Villavieja, tourist growth has been constant, but the lack of quality connectivity has limited development for both the local community and visitors. The location in a protected area has restricted the possibility of implementing infrastructure, focusing on the urban area as the only viable option. The project aims to address these challenges by creating a high-quality fiber optic network in the urban area, improving the quality of life and attracting more tourists. However, financial analysis shows a negative Net Present Value, suggesting the need for significant government investment to make the project viable, highlighting the importance of public-private collaboration in projects of this magnitude.

Regarding the Tatacoa Desert, due to its protected area status, the implementation of a fiber optic network is considered unfeasible. In summary, the project is presented as a comprehensive solution to overcome technological, economic, and environmental challenges, improving connectivity in the urban area of Villavieja and promoting equitable and sustainable development in the region.

APROBACION DE LA PASANTIA SUPERVISADA

Nombre Jurado: JOHAN JULIÁN MOLINA MOSQUERA

Firma:

Nombre Jurado: MARTÍN DIOMEDES BRAVO OBANDO

Firma:



**VIABILIDAD Y DISEÑO DE UNA RED FTTx PARA INTERNET MASIVO EN EL
SECTOR URBANO Y RURAL DEL MUNICIPIO DE VILLAVIEJA HUILA**

**ANDRES FELIPE BEDOYA ESCOBAR
BRAYAN STEVEN PRADA BARON**

**Universidad Surcolombiana
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Electrónica
Neiva, Colombia
2023**

**VIABILIDAD Y DISEÑO DE UNA RED FTTx PARA INTERNET MASIVO EN EL
SECTOR URBANO Y RURAL DEL MUNICIPIO DE VILLAVIEJA HUILA**

**ANDRES FELIPE BEDOYA ESCOBAR
BRAYAN STEVEN PRADA BARON**

**Informe de práctica supervisadas para optar al título de Ingeniero
Electrónico**

Directores

Director. Jesús David Quintero Polanco – USCO

Codirector. Wilfredo Jiménez - ENERGOS TECHNOLOGY S.A.S

Universidad Surcolombiana

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Electrónica

Neiva, Colombia

2023

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Neiva, 07 de septiembre de 2023

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION.....	12
2. FORMULACION DEL PROBLEMA	14
3. JUSTIFICACIÓN.....	15
4. OBJETIVOS	16
4.1 Objetivo general	16
4.2 Objetivos específicos.....	16
5. MARCO REFERENCIAL	17
5.1 Contexto e identificación de proyecto.....	17
5.2 Distribución eléctrica	18
5.3 Desierto de la Tatacoa	18
5.4 Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) La Tatacoa	19
5.5 Valores Hidrográficos	20
5.6 Valores Paleontológicos y Arqueológicos.....	21
5.7 Valores Histórico-culturales.....	21
5.8 Valores educativos, científicos, recreativos y paisajísticos.....	21
5.9 Zona de Preservación (zp)	23
5.10 Zona de Restauración (ZR)	24
5.11 Zona de Uso Sostenible (ZUS):.....	24
5.12 Subzona de Alta Densidad de Uso.....	24
5.13 Turistas.....	25

5.14 Cobertura móvil actual en el casco urbano y desierto de la Tatacoa	27
5.15 Cobertura de internet actual en el desierto de la Tatacoa	28
5.16 Cobertura de internet actual en el casco urbano del municipio de Villavieja	29
5.17 El acceso a internet	29
5.18 Fibra óptica.....	29
5.18.1 Tipos fibra monomodo	30
5.18.2 Tipos fibra multimodo.....	30
5.19 Análisis de una red pasiva PON	31
5.19.1 Elementos para el gpon	32
6. DESARROLLO DEL PROYECTO	44
6.1 Muestra poblacional para encuesta en villa vieja huila.	44
6.2 Ingeniería del proyecto	47
6.3 Diseño Red FFTH – Municipio de Villavieja	48
6.4 Presupuesto óptico.....	49
6.5 Cotización de compra de Carrier para la implementación de fibra óptica en el municipio de Villavieja	50
6.6 Cotización de alquiler por punto de posteria disponible en el municipio de Villavieja.	50
7. RESULTADOS	52
7.1 Análisis del comportamiento sociodemográfico en relación con la cobertura de internet de alta velocidad y la demanda del servicio en el casco urbano de Villavieja y el desierto de la Tatacoa	52

7.2 Trazo geográfico del despliegue de una red de tecnología mixta en el casco urbano de Villavieja y el desierto de la Tatacoa.....	63
7.3 Componentes requeridos para el despliegue del proyecto en el casco urbano de Villavieja y el desierto de la Tatacoa.	64
7.3.1 Cálculos para el diseño.....	64
7.4 Estudio administrativo para el proyecto.....	68
7.5 Estudio económico – Financiero	70
7.5.1 Costos de inversión inicial.....	70
7.5.2 Costos dispositivos y materiales	71
7.5.3 Costos administrativos.....	72
7.5.4 Ingresos del proyecto.....	73
7.5.5 Depreciación	74
7.5.6 Criterio de rentabilidad por parte de la empresa Energos Technology S.A.S.....	76
7.5.7 Flujo de efectivo para el proyecto	77
8. CONCLUSIONES	79
9. REFERENCIAS	80
10. ANEXOS	81

Listado de Figuras

	Pág.
Figura 1 Ubicación de Villavieja en el mapa del Huila.....	17
Figura 2 Censo Nacional de Población	18
Figura 3 Análisis de problemas	23
Figura 4 Zonificación de DRMI La Tatacoa	25
Figura 5 Boletín de sitios turísticos del Huila.....	26
Figura 6 Penetración de Banda Ancha.....	26
Figura 7 Cobertura Móvil CLARO.....	27
Figura 8 Cobertura Móvil TIGO	28
Figura 9 Diferencia de Modos	30
Figura 10 Fibra Multimodo.....	31
Figura 11 Fibra Monomodo	31
Figura 12 Cable simplex y dúplex (zipcord).....	32
Figura 13 Cable de distribución.....	33
Figura 14 Cable “breakouf”	34
Figura 15 Cable de estructura holgada	34
Figura 16 Cable tipo cinta (ribbon)	35
Figura 17 Cable de fibra óptica	36
Figura 18 Equipos Activos.....	38
Figura 19 ADSS Construcción.....	40
Figura 20 Caja de Empalmes	41

Figura 21 a) splitter 1:2, b) splitter modular	41
Figura 22 Cable DROP.....	42
Figura 23 Roseta.....	42
Figura 24 Soporte realización de encuesta	46
Figura 25 Ubicación cuarto principal de equipos y oficina.....	48
Figura 26 Despliegue principal de la red, y posteria disponible en el casco urbano.....	49
Figura 27 Oferta Comercial - Azteca	50
Figura 28 Precios alquiler de posteria en el municipio de Villavieja – Entregada por la empresa ElectroHuila.....	51
Figura 29 Género de los entrevistados.....	52
Figura 30 Rango de edades	53
Figura 31 Nivel educativo	54
Figura 32 Estado laboral	55
Figura 33 Ocupación de los entrevistados	55
Figura 34 Servicios tecnológicos contratados	56
Figura 35 Proveedor actual de internet	57
Figura 36 Cantidad de dispositivos que se conectan a internet en el hogar....	57
Figura 37 Características más importantes a la hora de contratar el servicio de internet.....	58
Figura 38 Velocidad de internet contratado por los clientes	59
Figura 39 Principal uso de internet contratado	60

Figura 40 Consideración del cliente sobre la disponibilidad del servicio contratado	61
Figura 41 Conocimiento de la tecnología de fibra óptica en Villavieja	62
Figura 42 Apoyo a un nuevo proyecto que mejore la conectividad en el Municipio	62
Figura 43 Diagrama de red GPON	65
Figura 44 Diagrama de red por puerto OLT y niveles de Splitter	66
Figura 45 Estructura organizacional de personal de diseño necesario para el proyecto	70

Listado de tablas

	Pág.
Tabla 1 Planes de Net Te Conecta	29
Tabla 2 Datos relacionados con la muestra	44
Tabla 3 Atenuación presentada por elementos de la red FTTH	67
Tabla 4 Costo total de inversión inicial	71

Listado de Anexos

	Pág.
Anexo 1 Costos Nomina Etapa de Diseño	81
Anexo 2 Costos nomina etapa de operación del proyecto	81
Anexo 3 Costos arriendo oficina.....	82
Anexo 4 Costo equipos ofimáticos	82
Anexo 5 Costo de equipos de seguridad industrial	83
Anexo 6 Costo infraestructura adicional y terceros	83
Anexo 7 Costo gestión de permisos administrativos	83
Anexo 8 Costo de equipos y materiales FTTH	84
Anexo 9 Ingresos del proyecto en un periodo de 5 años o 60 meses	85
Anexo 10 Viabilidad neta.....	86
Anexo 11 Viabilidad con apoyo del sector público	86
Anexo 12 Resultados de la encuesta	87

1. INTRODUCCION

En el contexto de un mundo globalizado y altamente interconectado, la disponibilidad de una infraestructura de comunicaciones eficiente y avanzada juega un papel fundamental en el desarrollo económico y social de las comunidades. En este sentido, el presente proyecto se centra en la realización de un análisis integral para determinar la viabilidad y diseñar una red de fibra óptica hasta el hogar (FTTH) en el municipio de Villavieja, ubicado en el departamento del Huila, Colombia. Esta iniciativa surge como respuesta a la oportunidad que brinda el crecimiento turístico en la región, buscando proporcionar una solución de conectividad robusta y de alta calidad que no solo satisfaga las necesidades presentes, sino que también establezca las bases para el desarrollo sostenible a largo plazo.

El municipio de Villavieja, con su rica herencia cultural y atractivos naturales, ha experimentado un incremento significativo en el flujo de turistas en los últimos años. Esta afluencia plantea la demanda creciente de servicios de comunicación confiables y rápidos, no solo para los visitantes, sino también para la comunidad local y los actores económicos involucrados en la industria turística. Sin embargo, la geografía del municipio presenta desafíos específicos, ya que gran parte de su territorio se encuentra dentro del Distrito Regional del Manejo Integrado, lo que implica restricciones en la intervención de áreas protegidas. Esta circunstancia enfoca la implementación de la red FTTH únicamente en el casco urbano, donde se concentra la mayoría de la población y las actividades comerciales.

En la búsqueda de un enfoque sólido y basado en datos empíricos, se realizaron visitas de campo exhaustivas para comprender en profundidad las necesidades y expectativas de la población local. A través de encuestas detalladas, se pudo recopilar información valiosa sobre las percepciones de la calidad de los servicios de comunicación actuales y las áreas en las que se requiere mejora. Paralelamente, se llevó a cabo un análisis minucioso de la infraestructura física existente, con el fin de identificar los inmuebles, equipos y personal necesarios para la implementación exitosa de la red FTTH.

En el contexto colombiano, las redes FTTH (Fiber to the Home) han emergido como una tecnología revolucionaria en el ámbito de las comunicaciones. Estas redes de fibra óptica, que permiten la transmisión de datos a velocidades excepcionales y con una confiabilidad inigualable, han transformado la forma en que las personas acceden y utilizan la información. La creciente dependencia de la conectividad digital en todos los aspectos de la sociedad, desde la educación y el comercio hasta el entretenimiento y la salud, hace que estar a la vanguardia de esta tecnología sea esencial para el progreso sostenible y la competitividad de las regiones.

En las siguientes secciones, se explorarán detalladamente los diferentes aspectos que conforman este proyecto, desde el análisis del mercado y las políticas de calidad vigentes hasta el diseño de ingeniería y la evaluación de la viabilidad económica y financiera. Con un enfoque en la mejora de la calidad de vida de la comunidad y la promoción del desarrollo local, este proyecto busca establecer los cimientos para un futuro más conectado, inclusivo y próspero en el municipio de Villavieja, Huila, Colombia.

2. FORMULACION DEL PROBLEMA

En el municipio de Villavieja, Huila, se ha evidenciado un crecimiento turístico en constante aumento. Sin embargo, este progreso no ha estado acompañado de una conectividad adecuada en términos de internet. La falta de acceso a servicios de calidad en el ámbito de la conectividad representa un obstáculo significativo para el desarrollo socioeconómico y la mejora de la calidad de vida de la comunidad local y los visitantes.

La situación se agrava por las restricciones ambientales que prohíben la intervención en gran parte del municipio debido a su ubicación en el Distrito Regional del Manejo Integrado. Esto limita la posibilidad de implementar infraestructuras en áreas protegidas, dejando únicamente la opción de intervención en el casco urbano.

Así, el problema central radica en cómo llevar a cabo la viabilidad y diseño de una red de fibra óptica (FTTH) en el casco urbano del municipio, aprovechando el crecimiento turístico, atendiendo a las políticas de calidad vigentes y aplicando ingeniería, de manera que se logre brindar un servicio de internet de alta calidad que satisfaga las necesidades de la población y los visitantes. Además, es esencial abordar la parte administrativa, económica y financiera para asegurar la sostenibilidad a largo plazo del proyecto.

Dentro de este contexto, el presente proyecto se propone como solución integral para superar los desafíos tecnológicos, económicos y medioambientales, mejorando la conectividad en el casco urbano de Villavieja y promoviendo un desarrollo equitativo y sostenible en la región.

3. JUSTIFICACIÓN

En los últimos años en Colombia se ha implementado la tecnología GPON con el propósito de reemplazar la red de cobre existente por una red de fibra óptica para mejorar la calidad de internet.

En el departamento del Huila dentro del sector turístico se encuentra el municipio de Villavieja y el desierto de la Tatacoa, los cuales cuentan con una cobertura de servicios de red de cobre o satelital, con limitada disponibilidad del servicio para los usuarios debido a su ubicación geográfica, actualmente se ofrece telefonía, televisión e internet, que presentan tardanzas entre consultas, actualizaciones y envío de información, además de fallas y altos costos de manutención.

Por lo anterior es imprescindible un cambio de tecnología factible según los requerimientos de los clientes para esta zona turística que demandan un buen servicio. La tecnología GPON generaría un servicio con costes de manutención disminuidos, estabilidad del servicio de internet, telefonía y televisión con altos índices de disponibilidad, amplia cobertura y mejores tiempos de respuesta.

Se realizará un estudio de factibilidad en la zona que permita demostrar que la instalación de una red con tecnología GPON puede ser una solución para la problemática actual, este proyecto permitirá a la empresa ser la primera en brindar un servicio de alta disponibilidad, calidad y cobertura de los servicios prestados a los clientes del sector de Villavieja y el desierto de la Tatacoa.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

- Determinar viabilidad y diseño de una red de internet en fibra óptica con la tecnología GPON en el municipio de Villavieja y el desierto de la Tatacoa.

4.2 Objetivos específicos

1. Analizar el comportamiento sociodemográfico en relación con la cobertura de internet de alta velocidad y la demanda del servicio en el municipio de Villavieja y el desierto de la Tatacoa.
2. Trazar geográficamente el despliegue de una red GPON en el municipio de Villavieja y el desierto de la Tatacoa.
3. Identificar los componentes requeridos para el despliegue del proyecto en el municipio de Villavieja y el desierto de la Tatacoa.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 Contexto e identificación de proyecto

Villavieja Huila, según su plan de ordenamiento territorial se encuentra ubicado en el norte del departamento del Huila, limitado al norte por el departamento del Tolima, al sur por los municipios de Baraya y Tello, al occidente por el municipio de Aipe y el departamento del Tolima, y al oriente por el departamento del Tolima y el municipio de Baraya como se observa en la Figura 1.

Figura 1
Ubicación de Villavieja en el mapa del Huila



Fuente: (RedHuila, 2023)

Su principal característica geográfica es la existencia del único bosque seco de Colombia, altamente turístico donde el desarrollo de infraestructura hotelera y la visita de extranjeros ha hecho dinámica la economía regional de los últimos años.

Igualmente, el municipio de Villavieja recibió en el año 2020, la certificación Starlight, esto ha hecho que el turismo de las estrellas, y de observación astronómica se haya multiplicado convirtiendo al municipio en sitio atractivo para científicos, académicos y turistas, que desean un cielo limpio y oscuro para realizar una excelente observación nocturna. Así mismo, el municipio cuenta con dos observatorios astronómicos, lo que lo catapulta como motor de turismo astronómico.

De acuerdo con la Certificación de la Dirección de Difusión, Mercadeo y Cultura Estadística del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, expedido el 21 de julio del 2020 como se puede observar en la Figura 2. la población estimada del municipio es de 7.247 habitantes en un territorio de 578 Km² de los cuales 2.418 habitan el casco urbano del municipio en un territorio de 47 Km² teniendo como total un aproximado de 777 hogares en el casco urbano, es allí

donde se concentra la mayor cantidad de comercio turístico del municipio, con un aproximado de 65 establecimientos comerciales como hoteles, hostales, restaurantes y minimarkets, los cuales representan una muestra de clientes comerciales y más potenciales para el despliegue de cobertura de internet.

Figura 2
Censo Nacional de Población

DANE INFORMACIÓN PARA TODOS			El futuro es de todos Gobierno de Colombia						
CENSO NACIONAL			DE POBLACIÓN Y VIVIENDA - CNPV 2018						
VIVIENDA			Tipo de vivienda con personas presentes por territorialidad étnica, según municipio y áreas (Total, Cabecera, Centro poblado y Rural disperso)						
Indice			Cuadro ZV Municipal						
			2018						
			Tipos de vivienda						
Departamento, municipio y áreas (Total, Cabecera, Centro poblado y Rural disperso)			Total	Casa	Apartamento	Tipo cuarto	Vivienda tradicional indígena	Vivienda tradicional étnica	Otro tipo de vivienda (1)
41_Huila	872_Villavieja	Total municipal	2.181	2.066	22	88	2	0	3
		Cabecera	777	721	18	35	0	0	3
		Centro poblado	1.071	1.024	2	44	1	0	0
		Rural disperso	333	321	2	9	1	0	0

Fuente: DANE (2018)

Según las cifras del DANE el municipio se encuentra por debajo de la línea de pobreza multidimensional y dicha población corresponden a estratos socioeconómicos 1 y 2.

5.2 Distribución eléctrica

Según el plan de desarrollo expedido por la gobernación de Villavieja la cobertura de distribución eléctrica en la cabecera municipal es de 97.21%, en los centros poblados 92.63% y en el área rural 65.6% La mayoría de las veredas dispersas (el Cusco, Palmira, Cabuyal, La Chivera, el Líbano y la Manguita) ubicadas en el área geográfica del Desierto de la Tatacoa no cuentan con este servicio, por lo cual se busca la implementación de alternativas de energía solar como opción más económica para ampliar la cobertura eléctrica.

5.3 Desierto de la Tatacoa

Muy cercano al casco urbano del municipio se encuentra el desierto de la Tatacoa. Este bosque seco tropical, genéricamente conocido como desierto, identifica a la

población con un entorno desértico pero con gran potencial turístico, al cual llegan numerosos visitantes Nacionales y Extranjeros que en su mayoría, en búsqueda de increíbles aventuras y mucho conocimiento, este desierto se caracteriza por sus tierras de colores ocres y grises, entre los principales lugares turísticos encontramos el Sendero del Cusco o Desierto Rojo, Sendero de los Hoyos o Desierto Gris, El Valle de los Xilópolos, Valle de los Deseos entre otros, otros de los sitios más visitados en el desierto de la Tatacoa son los dos observatorios OATAN y ASTROSUR los cuales permiten apreciar alrededor de 88 constelaciones, gracias a que la zona no cuenta con la polución lumínica ni auditiva, esto se combina perfecto con un cielo despejado y libre de nubes que impidan disfrutar del cielo.

5.4 Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) La Tatacoa

Siendo la zona una región singular y de mucha importancia en el territorio

colombiano y en el ámbito mundial, por sus paisajes, su clima, sus riquezas paleontológicas y arqueológicas, por sus relictos históricos y culturales, se deben establecer ciertos tipos de límites en cuanto al orden para que se logre una estabilidad entre el gozar de estos espacios y la preservación de los mismos.

Por esa razón el DRMI establece que para el municipio de Villavieja cuente con 30.075 Has en un total de once (11) veredas.

Especies que se deben proteger en el territorio:

- Peces
 - Dorada (*Salminus affinis*)
 - Bocachico (*Prochilodus reticulatus*)
 - Corote (*Cochlodon honda*)
 - Pataló (*Ichthyoelephas longirostris*)

- Reptiles
 - Caimán (*Caiman crocodilus*)
 - Babilla (*Crocodylus acutus*)
 - Caimán (*Caiman sclerops*)
 - Iguana (*Iguana iguana*)

- Aves
 - Fruterito (*Euphonia concinna*)
 - Atrapamoscas (*Myiarchus apicalis*)
 - Perdiz (*Colinus cristatus leucotis*)
 - Colibrí (*Lepidopyga goudoti goudoti*)
 - Pachocolo (*Campylorhynchus griseus zimmeri*)
 - Toche pico de plata (*Ramphocelus dimidiatus molochinus*)
 - Semillerito (*Coryphospingus*)

- Mamíferos
 - Venado coliblanco (*Odocoileus virginianus*)
 - Lobo colorado (*Pseudalopex culpaeus*)
 - Nutria (*Lontra longicaudis*)

- Relictos paleontológicos
 - Riquezas arqueológicas

5.5 Valores Hidrográficos

Aunque la red hidrográfica es alta, no significa que exista una amplia disponibilidad de aguas superficiales, que garanticen un buen abastecimiento, pues un alto número son cursos de agua intermitente, es decir, presentan caudal solo en épocas de lluvias y el resto del tiempo son cauces secos.

Esto hace que el agua, muy escasa en la zona de turismo y recreación, sea el recurso al que más cuidado debe prestársele, mediante la ordenación de las cuencas de los principales ríos y quebradas, como los ríos Cabrera y Villavieja, que abastecen acueductos y distritos de riego, y las quebradas La Tatacoa, La Venta, Las Lajas, La Arenosa, Saltarén, Los Hoyos, Pachingo, etc., que suministran agua a los moradores de la región.

5.6 Valores Paleontológicos y Arqueológicos

De gran valor científico son los lugares donde se hallan relictos fósiles, animales o vegetales, y presencia de asentamientos precolombinos, especialmente en sitios como El Cusco, Los Hoyos, La Venta y Doche, donde son objeto de explotación y comercialización irracional, actividades que deben prohibirse, si se quiere mantenerlos y preservarlos, como aporte importantísimo en el estudio de la historia regional y la evolución de las especies. Es queja generalizada de los moradores de la región, la desaparición de una gran cantidad de fósiles y de las continuas acciones de “guaquería” en busca de tesoros, acciones que se reflejan en una menor disponibilidad de ejemplares de estudio y en un deterioro constante y acelerado de los suelos de la zona. A la piedra de Doche, que contiene una buena cantidad de petroglifos, se hace necesario resguardarla de la acción de los vándalos y gentes no conscientes de su valor arqueológico y de la riqueza cultural que ella representa, no solo para la región, sino para el mundo científico.

5.7 Valores Histórico-culturales

El puente colgante sobre el río Cabrera, declarado monumento nacional, así como el puente y túneles de Golondrinas sobre el río Magdalena, son construcciones que reflejan el esfuerzo e ingenio de nuestros inmediatos ascendentes, de gran belleza arquitectónica y de mucha importancia histórica. El observatorio Astronómico en el Cusco, donde constantemente se organizan eventos y conferencias relacionadas con el universo, acompañadas de observaciones nocturnas del sistema solar y de la vía láctea. El Museo Paleontológico de Villavieja, que, aunque no se encuentra dentro del área protegida, representa importancia con muestras de fósiles, animales y vegetales, encontrados dentro del área del DRMI, donde se puede hacer un recorrido sobre las eras geológicas, desde el secundario hasta épocas más recientes.

5.8 Valores educativos, científicos, recreativos y paisajísticos

En el área existen lugares de gran belleza paisajística, como los Laberintos de cusco o paisaje lunar, con geomorfología de estoraques y profundas cárcavas, producto de la erosión pluvial y del proceso de desertificación, conformado por arcillas de color rojo que le dan al lugar un atractivo especial. El Observatorio Astronómico de El Cusco, brinda un espacio excepcional para realizar investigaciones, adelantar procesos educativos o efectuar observaciones del Sistema Solar, de la Vía Láctea y del Universo en general, o de fenómenos especiales como eclipses, paso de cometas, lluvia de meteoritos, etc. Para los amantes de la naturaleza, el área turística, presenta la posibilidad de practicar camping y realizar algunas actividades

como caminatas, cabalgatas o bicicrós, bajo medidas de protección y conservación de los recursos naturales y del medio ambiente. Las actividades científicas, paleontológicas, arqueológicas o astronómicas encuentran en la zona, las condiciones óptimas para su desarrollo, a tal punto que puede considerarse como un laboratorio natural que permite al hombre conocer el pasado, comprender el presente y proyectar el futuro.

La región del DRMI alberga un gran potencial como área de especial importancia paleontológica del desierto La Tatacoa, que se fundamenta en la riqueza de su fauna fósil, conocida como la fauna de La Venta, y sus definidas crónicas en la evolución paleoecológica y paleogeográfica del continente suramericano, el reconocimiento de La Tatacoa como el más importante yacimiento fosilífero de Colombia y uno de los de mayor importancia y precisión en la paleontología mundial. La existencia de especies amenazadas con presencia en el área facilita la justificación para la conservación de su hábitat.

Los esquemas de ordenamiento territorial de los municipios que componen el área de estudio del DRMI La Tatacoa, coinciden en el hecho de defender los territorios para garantizar el suministro de bienes y servicios ambientales a las poblaciones locales. Existencia de fondos nacionales e internacionales para la financiación futura de las acciones a implementar en el área. Voluntad administrativa de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM para la gestión del área como espacio natural protegido a través de su declaratoria como DRMI.

En la Figura 3 se realiza un recuento de problemas que enfrenta el municipio de Villavieja:

Figura 3
Análisis de problemas

PROBLEMA	CAUSA	CONSECUENCIAS
Disminución del recurso Hídrico	Mala captación y regulación del agua. Destrucción de la vegetación, nacimientos y rondas(sobrepastoreo y malas actividades agrícolas)	Limitación al desarrollo de actividades productivas. Disminución de hábitats (biodiversidad)
Contaminación Recurso agua superficial y subterránea	Uso intensivo de insumos agrícolas. Mala implementación de pozos sépticos zona rural	Baja disponibilidad de agua apta para la comunidad. Extinción a especies de fauna y flora. Alteración de la cadena trófica.
Disminución de la biodiversidad	Deforestación y eliminación de coberturas vegetales. Quemas e incendios forestales. Limitada investigación Colonización. Pastoreo extensivo de especies pecuarias	Disminución de la riqueza biológica. Amenaza de extinción de especies. Desertización
Procesos de colonización	Ausencia del estado en labores de control y vigilancia Indiferencia de la población frente al valor de los recursos del área. Falta de oportunidades de consecución de recursos	Cambio del uso del suelo. Predominio de uso indebido en áreas de protección. Quemas e incendios forestales. Fragmentación del ecosistema
Pobreza generalizada en la población	Deficiencia de tecnología para optimizar la producción. Problemática de la situación socioeconómica nacional. Baja rentabilidad en comercialización de productos Escasa inversión	Deforestación indiscriminada y acceso irracional de los recursos naturales. Indiferencia frente al valor de los recursos naturales. Extracción ilegal de maderas.
Falta de sensibilidad ambiental	Falta de valoración sobre los bienes y servicios ambientales de los bosques. Necesidades básicas insatisfechas. Carencia de programas de educación y sensibilización ambiental	Deforestación Captura y comercialización de especies de fauna Contaminación de aguas y suelos Destrucción de hábitat de especies en peligro.

Fuente: CAM (2023)

El DRMI establece diferentes zonas teniendo en cuenta el uso o no uso que se puede otorgar a un suelo.

5.9 Zona de Preservación (zp)

En consonancia con la definición previa, esta zona corresponde al espacio del DRMI donde el manejo estará prioritariamente dirigido a evitar la alteración, degradación o transformación por actividad humana de los valores naturales existentes, ya que encierra, aun cuando no exclusivamente, las comunidades bióticas en mejor estado de conservación de las que depende la prestación de servicios Ecosistémicos esenciales para el bienestar humano de las poblaciones locales, y por lo tanto su conservación se hace imperativa.

5.10 Zona de Restauración (ZR)

Corresponde a aquellos espacios donde ha ocurrido una transformación total o parcial de sus valores naturales, como resultado de las actividades productivas allí desarrolladas, pero que, por sus condiciones topográficas, edáficas, o por su ubicación dentro del DRMI, o si importancia ecológica, ameritan el restablecimiento de sus condiciones naturales para atender en la mejor forma posible el logro de los objetivos de conservación. Esta es una categoría temporal, ya que cuando se obtenga la recuperación deseada pasará a ser parte bien sea de la zona de preservación de la zona de uso sostenible.

5.11 Zona de Uso Sostenible (ZUS):

Es un espacio donde sus condiciones biofísicas y socioeconómicas permiten el desarrollo de actividades productivas de forma sostenible, sin que ellas comprometan los objetivos de conservación que propiciaron la declaratoria del DRMI. En esta zona se incluyen algunos sectores donde actualmente son desarrolladas explotaciones agrícolas y pecuarias, en las que se debe tener como premisa el buen uso y manejo del suelo, para lo cual se propone el mejoramiento en forma paulatina de las técnicas de producción agropecuaria y el establecimiento de sistemas alternativos de producción cuyo diseño deberá ser acordado con los pobladores locales.

5.12 Subzona de Alta Densidad de Uso

Es aquella porción, en la que se permite el desarrollo controlado de infraestructura mínima para el acojo de los visitantes y el desarrollo de facilidades de interpretación.

En la Figura 4 se observa la zonificación de DRMI sobre la Tatacoa.

Figura 4
Zonificación de DRMI La Tatacoa

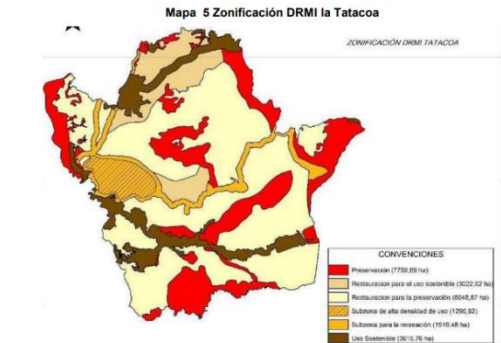


Tabla 11. Área de zonificación

Cód	ZONA	(has)	Porcentaje (%)
ZPI	Zona de Preservación	7.759	22,01
ZREP	Zona de Restauración para la Preservación	17.534	49,09
ZRUS	Zona de Restauración para el Usos Sostenible	3.022	8,06
ZUS	Zona de Uso Sostenible	3.615	10,35
ZUPR	Zona de Uso Público para la recreación	1.919	5,46
ZUPAD	Zona de Uso Público Alta Densidad de Uso	1.290	3,67
TOTAL		35.140,10	100

Fuente: CAM (2023)

5.13 Turistas

Basándose en el boletín estadístico 2021 entregado por la gobernación del Huila que se ve en la Figura 5, informa que el municipio de Villavieja se encuentra como uno de los lugares más visitados en todo el departamento del Huila con un total de 10.709 visitantes solo en el observatorio de la Tatacoa. Se debe tener en cuenta el gran impacto negativo que causó el fenómeno COVID 19 en Villavieja, esto se puede evidenciar en el descenso de visitantes en el municipio, relacionando las cifras del año 2020 con las cifras anteriores del año 2021.

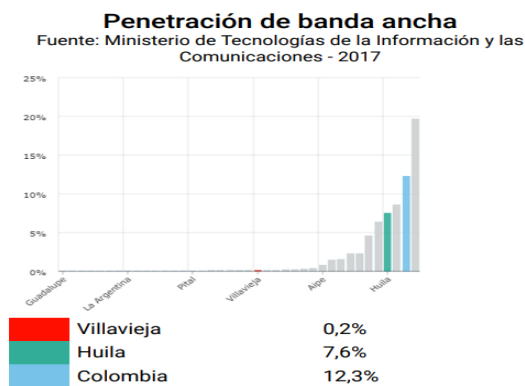
Figura 5
Boletín de sitios turísticos del Huila



Fuente: (Dussán, 2020)

Comparando las cifras se nota un aumento de visitantes de 7.344 personas, esto reflejando el gran auge turístico que representa el municipio para el departamento. A pesar del gran impacto positivo que genera el municipio de Villavieja para el departamento del Huila, según cifras del DANE este presenta una penetración de conectividad banda ancha relativamente baja en comparación con los demás municipios como se muestra en la Figura 6, con tan solo el 0.2% causando limitaciones en el desarrollo de todos los aspectos educativos, sociales y económicos del municipio.

Figura 6
Penetración de Banda Ancha



Fuente: (Sirhuila, 2023)

En general para los turistas se produce un descontento al no contar con una cobertura de conectividad de buena calidad durante su estadía, esto se ve reflejado en sus opiniones en diferentes blogs de críticas turísticas como TRIPADVISOR en las que se encuentran comentarios con un sentimiento de repudio frente a esta problemática.

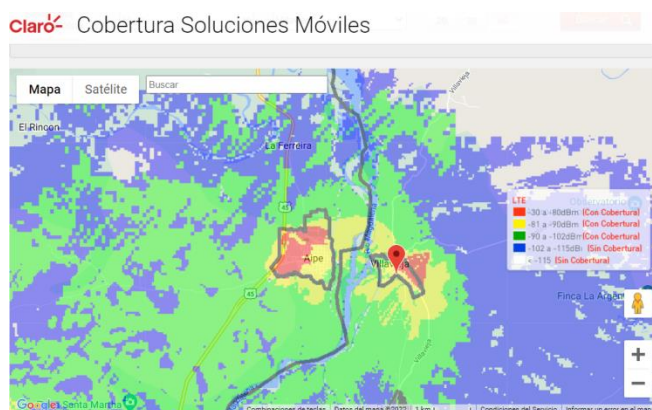
De esta manera se debe conocer el alcance que tienen las operadoras de teléfonos móviles y empresas prestadoras de banda ancha en este municipio, lo cual permite dar una visual actualizada del apartado de conectividad.

A continuación, se presentan los mapas de cobertura móvil para cada operador disponible en el municipio.

5.14 Cobertura móvil actual en el casco urbano y desierto de la Tatacoa

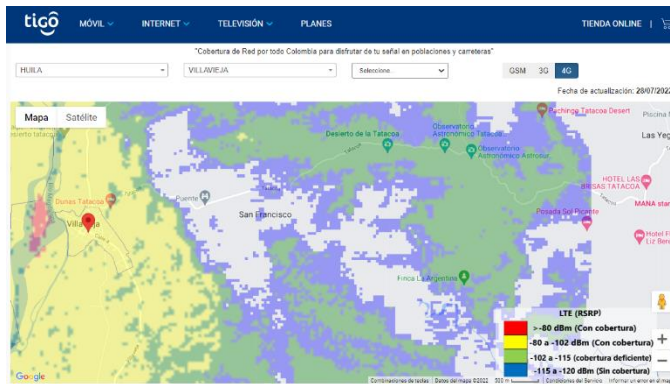
La cobertura móvil que ofrecen las empresas CLARO Figura 7 y TIGO Figura 8 en el municipio de Villavieja se limita básicamente al casco urbano, alcanzando unos niveles buenos (Colores rojo y amarillo) y en sus zonas más cercanas al casco urbano llega a unos niveles aceptables (Color verde), para las veredas aledañas ubicadas en el desierto de la Tatacoa la cobertura es casi nula (Color azul o sin color) por otro lado la empresa MOVISTAR presta servicios mediante ROMING con la empresa CLARO ya que no presenta infraestructura propia para la prestación del servicio.

Figura 7
Cobertura Móvil CLARO



Fuente: Claro (2023)

Figura 8
Cobertura Móvil TIGO



Fuente: Tigo (2023)

5.15 Cobertura de internet actual en el desierto de la Tatacoa

Para el desierto de la Tatacoa es necesario precisar que no se cuenta con una red de distribución eléctrica, por lo tanto, se toman alternativas como la energía solar, esto en gran parte suma dificultad a las empresas que buscan prestar el servicio de internet en esta zona.

De este modo la única empresa que brinda servicio en el desierto de la Tatacoa es HughesNet Colombia Satelital empresa que como su nombre lo indica despliega el servicio de internet mediante la utilización de satélites permitiéndole llegar al 96% de los hogares del país y ofreciendo ofertas de servicio bastantes apetecibles para establecimientos que buscan un crecimiento con este medio.

Los planes que ofrecen contienen las siguientes tarifas disponibles para el municipio de Villavieja para internet satelital, se debe realizar un pago inicial de \$238.000 para la instalación de los equipos + Precio del PLAN. Hughes ofrece dos planes para hogares de 50 Gigas con un valor de \$281.400 y 30 Gigas con un valor de \$241.400 (Precios para estratos 1 y 2) adicionalmente para empresas ofrecen un plan de 35 Gigas por un precio de \$221.700.

El internet satelital que ofrece Hughes es excelente para zonas de difícil acceso, pero cuentan con unas limitaciones en cuanto a megas consumidas mensualmente, cuando estas Gigas de datos se consumen el servicio se limita a 1 o 2 Mbs para navegar, velocidad de banda ancha en todos los planes es de 10 Mbs.

5.16 Cobertura de internet actual en el casco urbano del municipio de Villavieja

En el casco urbano se presentan dos empresas prestadoras de servicios de conectividad estas son SYSCOM y NET TE CONECTA, las cuales ofrecen diferentes planes.

En la Tabla 1 se observan los planes de internet que ofrece Net Te Conecta:

Tabla 1
Planes de Net Te Conecta

Servicio NET TE CONECTA	Precio en pesos colombianos
Internet de 25 Megas	40.000
Internet de 40 Megas	60.000
Internet de 30 Megas + TV	68.000
Internet de 50 Megas	75.000

Fuente: Elaboración propia.

5.17 El acceso a internet

A raíz de la escasa cobertura de internet con la que cuenta el municipio, el proyecto plantea una red de internet masivo en el casco urbano y el desierto de la Tatacoa en el municipio de Villavieja, que buscar elevar los niveles de conectividad tanto en el casco urbano como en las veredas aledañas, de este modo generando un crecimiento general del municipio.

5.18 Fibra óptica

La fibra óptica constituye un medio físico ampliamente utilizado en redes de datos y telecomunicaciones para transmitir información. Se compone de un delgado filamento de vidrio o plástico a través del cual se transmiten pulsos de luz láser o LED que portan los datos a transferir.

Mediante la transmisión de estos impulsos luminosos, es posible enviar y recibir información a velocidades notables a lo largo de cables, sin sufrir interferencias electromagnéticas y con tasas de transferencia comparables a las de la radio. Esta

característica convierte a la fibra óptica en el método de transmisión por cable más avanzado que está disponible en la actualidad.

5.18.1 Tipos fibra monomodo

El cable monomodo Figura 9 dispone de un modo de propagación de una sola longitud de onda de luz en el núcleo de la fibra, esto significa que no hay interferencias ni solapamientos entre las distintas longitudes de onda de luz que pudieran distorsionar sus datos a grandes distancias.

El cable monomodo (OS2-> Modo Óptico Simple) tiene un núcleo de vidrio pequeño (8-10 micras), y solo una ruta para la luz o modo de propagación. la fibra monomodo realinea la luz hacia el centro del núcleo.

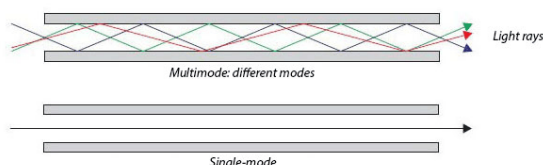
5.18.2 Tipos fibra multimodo

El cable multimodo Figura 10 dispone de un núcleo de mayor diámetro que permite el paso de múltiples modos de luz como se detalla en la Figura 9. Esto significa que se pueden transmitir más tipos de datos.

Los cables de fibra multimodo se presentan en dos tamaños de núcleo y cinco variantes: 62,5 micras OM1, 50 micras OM2, 50 micras OM3, 50 micras OM4 y 50 micras OM5. (OM significa "modo óptico".) Todos disponen del mismo diámetro de revestimiento de 125 micrones, pero el cable de fibra de 50 micras tiene un núcleo más pequeño (parte donde se transmite la luz por la fibra).

Aunque todos pueden emplearse de la misma manera, los cables de 50 micras, particularmente OM5, OM3 y OM4 optimizados para láser, proporcionan longitudes de enlaces mayores y/o velocidades más altas, además se recomiendan para aplicaciones locales (redes troncales, enlaces horizontales y entre edificios), y deben considerarse para nuevas instalaciones. OM3, OM4 y OM5 pueden utilizarse también con fuentes de LED y luz láser (Pierri, 2010).

Figura 9
Diferencia de Modos



Fuente: (Martínez, y otros, 2020)

Figura 10
Fibra Multimodo

FIBRA MULTIMODO				
Tipo de cable	Longitud de onda	Atenuación máxima	Longitud de ancho de banda modal mínimo	Longitud de ancho de banda modal efectivo
Fibra Multimodo OM1 62,5 / 125 micras	850 nm	3,5 dB/km	200 MHz-km	No requerido
	1300 nm	1,5 dB/km	500 MHz-km	No requerido
Fibra Multimodo OM2 50 / 125 micras	850 nm	3,5 dB/km	500 MHz-km	No requerido
	1300 nm	1,5 dB/km	500 MHz-km	No requerido
Fibra Multimodo OM3 50 / 125 micras	850 nm	3,0 dB/km	1500 MHz-km	2000 MHz-km
	1300 nm	1,5 dB/km	500 MHz-km	No requerido
Fibra Multimodo OM4 50 / 125 micras	850 nm	3,0 dB/km	3500 MHz-km	4700 MHz-km
	1300 nm	1,5 dB/km	500 MHz-km	No requerido
Fibra Multimodo OM5 50 / 125 micras	850 nm	3,0 dB/km	3500 MHz-km	4700 MHz-km
	953 nm	2,3 dB/km	1850 MHz-km	2470 MHz-km
	1300 nm	1,5 dB/km	500 MHz-km	No requerido

Fuente: (Martínez, y otros, 2020)

Figura 11
Fibra Monomodo

FIBRA MONOMODO				
Tipo de cable	Longitud de onda	Atenuación máxima	Longitud de ancho de banda modal mínimo	Longitud de ancho de banda modal efectivo
Monomodo Interior-Exterior	1310 nm	0,5 dB/km	ND	ND
	1383 nm	0,5 dB/km	ND	ND
	1550 nm	0,5 dB/km	ND	ND
Monomodo Interiores	1310 nm	1,0 dB/km	ND	ND
	1383 nm	1,0 dB/km	ND	ND
	1550 nm	1,0 dB/km	ND	ND
Monomodo Exteriores	1310 nm	0,4 dB/km	ND	ND
	1383 nm	0,4 dB/km	ND	ND
	1550 nm	0,4 dB/km	ND	ND

Fuente: (Martínez, y otros, 2020)

5.19 Análisis de una red pasiva PON

El presente documento se centra en el análisis de una red pasiva PON

- Un Terminal de Línea Óptico (Optical Line Terminal) OLT ubicado en la central.
- Varios elementos pasivos de ramificación óptica, denominados Splitter
- Varios Terminales de Red Ópticos (Optical Network Terminals) ONTs también denominados ONU (Optical Network Unit), los que se encuentran en la casa del usuario y presentan las interfaces hacia los dispositivos que con los cuales se hace uso del servicio.

Dando un panorama general de una red PON, tenemos que en la central se ubica un equipo OLT, desde el cual se comienza a distribuir la red mediante cables de fibra óptica los cuales pueden soportar hasta 64 abonados por cada puerto PON en el equipo central, cada cable de fibra óptica puede tener múltiples números de Splitters para distribuir la red entre los clientes.

Los terminales de abonado u ONUs son los encargados de dialogar con el equipo PON de la central terminando dicho enlace, y ofreciendo hacia el usuario generalmente una interfaz Ethernet para los servicios de datos mediante un conector RJ45 para cable UTP (en algún caso presentan puertos USB además) y una interfaz telefónica con conector RJ11. La interfaz telefónica mencionada es brindada gracias a la funcionalidad de gateway de VoIP (o IAD) embebida en el propio equipo ONU. Para ello la ONU soporta el protocolo SIP y en algún caso H.248 para dialogar con la red NGN

Las señales ópticas son transmitidas por las OLT usando una longitud de onda de 1.490 nm y por las ONTs usando 1.310 nm, es decir el canal en sentido Downlink utiliza la primera longitud de onda indicada y el de Uplink la segunda. Es posible además inyectar una señal de video RF digitalizándolo y transmitiéndolo en el canal de downlink en la longitud de onda de 1550nm.

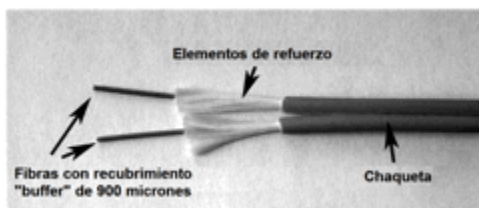
5.19.1 Elementos para el gpon

Cables:

Existen dos tipos de cables básicos que suelen definirse como de estructura ajustada y de estructura holgada. Los cables de estructura ajustada (simplex, dúplex zipcord, de distribución y “breakout”) se utilizan en instalaciones en planta interna en las que la flexibilidad del cable y la facilidad para realizar la terminación son importantes, incluso más que la robustez y la resistencia a la fuerza de tracción que caracterizan a los cables de estructura holgada y a los cables tipo cinta (ribbon). En general, los cables de estructura ajustada se utilizan en interiores y los cables de estructura holgada o los cables tipo cinta (ribbon), en exteriores.

Tipos de cables de estructura ajustada:

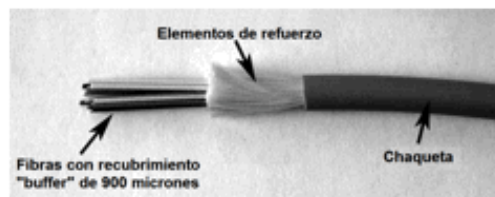
Figura 12
Cable simplex y dúplex (zipcord)



Fuente: (Martínez, y otros, 2020)

Estos tipos de cables se utilizan mayormente al instalar un cable de conexión (patchcord) o una placa lateral de conexiones (backplane); sin embargo, el cable duplex (zipcord) Figura 12 también puede utilizarse en conexiones de escritorio. Los cables simplex están compuestos por una sola fibra, de estructura ajustada (con un recubrimiento “buffer” de estructura ajustada de 900 micrones por encima del recubrimiento “buffer” primario), con elementos de refuerzo de Kevlar (fibra de aramida) y una chaqueta para uso en interiores. La chaqueta suele tener un diámetro de 3 mm. El cable dúplex (zipcord) está compuesto simplemente por dos cables de este tipo unidos por una red delgada (FOA, 2021).

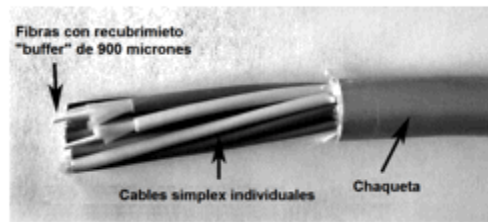
Figura 13
Cable de distribución



Fuente: (Martínez, y otros, 2020)

El cable de distribución Figura 13 es el cable para instalación en interiores más popular, ya que es de tamaño pequeño y liviano. Contiene varias fibras de estructura ajustada agrupadas en una misma chaqueta con elementos de refuerzo de Kevlar y, en algunas ocasiones, una varilla de fibra de vidrio de refuerzo para tensar el cable y evitar que se retuerza. Se los utiliza para tendidos cortos a través de conductos subterráneos en áreas libres de agua, y en instalaciones de cableado vertical o “riser” y aplicaciones “plenum”. Las fibras tienen un recubrimiento “buffer” doble, y se puede realizar la terminación de manera directa. Sin embargo, como las fibras no están reforzadas individualmente, estos cables deben distribuirse mediante una “caja de distribución”, o debe hacerse la terminación dentro de un panel de conexiones o una caja de conexiones para proteger a cada fibra (FOA, 2021).

Figura 14
Cable “breakout”

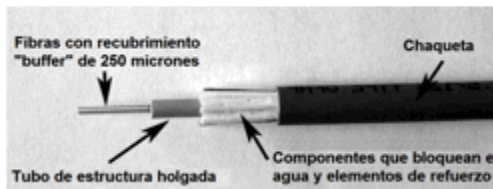


Fuente: (Martínez, y otros, 2020)

El cable “breakout” Figura 14 es el favorito cuando se trata de utilizar cables resistentes o cuando se necesita hacer terminaciones directas sin cajas de conexiones, paneles de conexiones u otro tipo de hardware. Están compuestos por varios cables simplex agrupados en una misma chaqueta. Este es un cable de diseño fuerte y resistente, pero es más largo y costoso que el cable de distribución. Es adecuado para tendidos de cables a través de conductos subterráneos y en instalaciones de cableado vertical o “riser” y aplicaciones “plenum”. Es perfecto para instalaciones industriales en las que se necesitan cables resistentes. Como cada fibra está reforzada individualmente, este diseño permite una terminación rápida de los conectores y no se necesitan paneles o cajas de conexiones (FOA, 2021).

Tipos de cables de estructura holgada:

Figura 15
Cable de estructura holgada

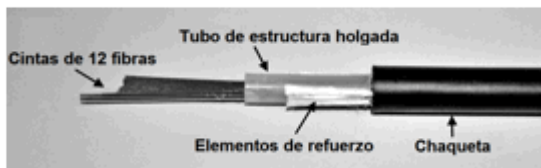


Fuente: (Martínez, y otros, 2020)

Los cables de estructura holgada Figura 15 son los más utilizados en enlaces en planta externa ya que ofrecen la mejor protección para las fibras en condiciones de elevada tensión por tracción y son fáciles de proteger de la humedad con gel o con la cinta para el bloqueo del agua. Estos cables están compuestos por varias fibras agrupadas en un tubo de plástico pequeño y, a su vez, enrolladas en un elemento central de refuerzo, rodeadas de elementos de refuerzo de aramida. Todo esto está envuelto en una chaqueta que forma un cable pequeño, de muchas fibras por cable. Este tipo de cable es ideal para la instalación de enlaces en planta externa, ya que pueden hacerse con tubos de estructura holgada que se rellenan de gel o polvo

absorbente para evitar que las fibras se dañen a causa del agua. Puede utilizarse en instalaciones en conductos subterráneos, instalaciones aéreas o instalaciones bajo tierra, con cables enterrados de manera directa. Es posible que algunos cables para instalación en exteriores tengan doble chaqueta con una cubierta de metal entre ambas, lo que protege a los cables de los roedores que puedan masticarlos, o bien, una capa de Kevlar, que les brinda resistencia al momento de someterlos a una fuerza de tracción desde las chaquetas (FOA, 2021).

Figura 16
Cable tipo cinta (ribbon)



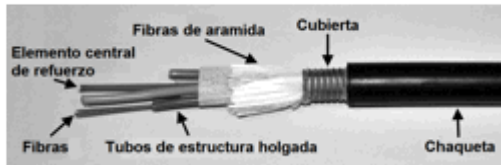
Fuente: (Martínez, y otros, 2020)

El cable tipo cinta (ribbon) de la Figura 16 se destaca por su idoneidad en situaciones donde se busca un cable compacto pero con una alta cantidad de fibras. En este diseño, todas las fibras se organizan en filas dentro de cintas que usualmente agrupan 12 fibras cada una, dispuestas en capas. Esta configuración permite albergar una gran cantidad de fibras en un espacio reducido y a un costo menor. La disposición de 144 fibras en una sección de tan solo 6 mm y una chaqueta de 13 mm es común.

En algunos casos, se emplea un "núcleo de expansión" que puede contener hasta 6 de estas cintas con 144 empalmes de fibra óptica, generando así un total de 864 fibras en un único cable. Diseñado para instalaciones en exteriores, este cable se llena con un gel protector para evitar la infiltración de agua o se fabrica con componentes resistentes al agua. Además, se destaca que las fusionadoras de fibra óptica a gran escala pueden empalmar simultáneamente una cinta (12 fibras), agilizando la instalación. Para una terminación rápida y efectiva, los extremos conectados (pigtails) de las cintas se empalman al cable (FOA, 2021).

Cable blindado

Figura 17
Cable de fibra óptica



Fuente: (Martínez, y otros, 2020)

El cable blindado Figura 17 se utiliza en instalaciones en planta externa en las que se entierran los cables de manera directa, y se necesita un cable resistente que soporte el ingreso de los roedores. El cable blindado resiste satisfactoriamente ser aplastado por un determinado peso, algo necesario en las instalaciones bajo tierra donde los cables están enterrados de manera directa. En estos tipos de instalaciones, en las áreas en las que los roedores son un problema, se suele dotar al cable de una cubierta de metal entre dos chaquetas, lo que lo protege de los roedores. Otro tipo de instalación en la que se utiliza el cable blindado es en los centros de datos, donde los cables se instalan debajo del piso y se corre el riesgo de que se aplasten. En los cables blindados para instalación en interiores, es posible que la cubierta no sea de metal; el cable blindado de metal es conductor de la electricidad, motivo por el cual es necesario conectarlo debidamente a una puesta a tierra (FOA, 2021).

Cable aéreo

Los cables aéreos son utilizados en instalaciones exteriores, enlazados a postes, y pueden estar conectados a un cable mensajero o a otro cable, como en el sistema CATV. Estos cables cuentan con elementos de refuerzo metálicos o de aramida para soportar su propio peso o ser sostenidos por elementos de refuerzo, como en el caso del cable dieléctrico auto soportado (ADSS). El cable Figura 16, por ejemplo, se conecta a un cable mensajero de acero y puede ser sostenido por él. Es importante asegurar su conexión a tierra.

Uno de los cables aéreos más comunes es el OPGW, un cable de distribución de alto voltaje que contiene fibra óptica en un tubo metálico central. La fibra no se ve afectada por los campos eléctricos, lo que permite a las empresas de servicios públicos usarla para la gestión y comunicación de la red eléctrica. Este cable se instala en lo alto de torres de alto voltaje y, ocasionalmente, se desciende para empalmes o terminaciones (FOA, 2021).

OPGW (Optical Power Ground Wire - Cable compuesto tierra-óptico)

ADSS (All-Dielectric Self-Supported)

Perdidas en una fibra.

- Pérdidas por Curvatura

Este tipo de pérdidas se produce cuando la curvatura de la fibra excede la curvatura máxima de la fibra especificada por el fabricante. Estos dobleces se pueden producir al instalar la fibra, al producirse variación de los materiales por efecto de cambios en la temperatura, o por esfuerzos externos que haya sufrido la fibra cuando ha sido manipulada.

- Pérdidas por Conexión y Empalme

Las pérdidas por empalme varían dependiendo del tipo de empalme utilizado y se encuentran en un rango de 0,2dB a 1,0dB. Estas pueden deberse a varios factores como: desalineamiento de los núcleos, malos cortes, contaminación, etc.

Las pérdidas por conectores varían dependiendo del tipo de conector usado y se encuentra comúnmente en el rango de 0,3dB a 1,5dB. Entre los factores que contribuyen a estas pérdidas se tiene: suciedad en el conector, instalación incorrecta, daños físicos en el conector, desalineamiento de las fibras, etc.

- Pérdidas que Resultan de la fabricación de la fibra

Estas pérdidas se deben a imperfecciones que resultan en la fibra como resultado del proceso de fabricación.

- Pérdidas Inherentes a la fibra

Este tipo de pérdidas se dan a nivel molecular, pueden deberse a imperfecciones en el proceso de fabricación o a impurezas en el vidrio que provocan que los rayos de luz se dispersen y se pierdan.

- Pérdidas por Reflexión de Fresnel

Este fenómeno se produce porque al existir dos medios diferentes, una onda propagándose en el primero medio no llega completa al segundo debido a que una parte de esta onda es reflejada al primero.

- Atenuación

Es la cantidad pérdida de potencia o distorsión que sufre la señal óptica al viajar por la fibra, lo cual impone un límite en cuanto a la máxima distancia a la cual debe

encontrarse el receptor de manera que los pulsos luminosos puedan ser detectados sin errores, evitando de esta manera la pérdida de información.

- Empalme

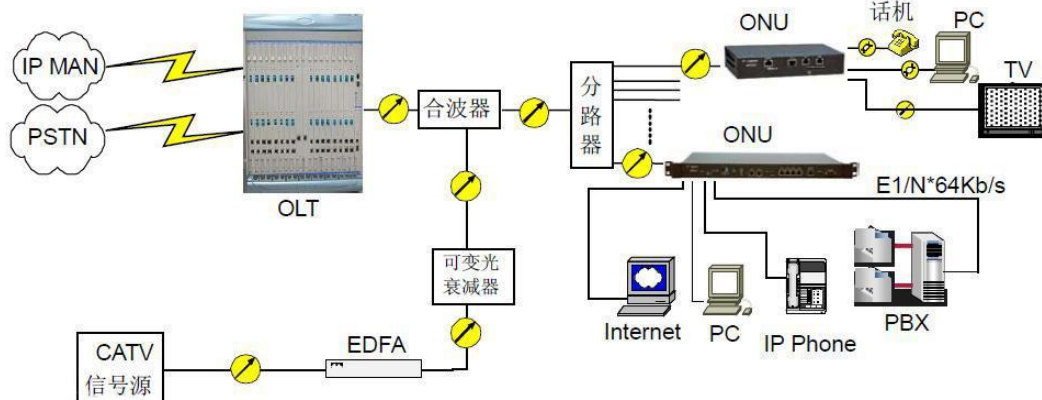
Los empalmes crean una unión permanente entre dos fibras, por lo que su uso está limitado a aquellos lugares donde no se espera que los cables estén disponibles para realizar mantenimientos en el futuro. La aplicación más común del empalme es para la concatenación (la unión) de los cables en las conexiones largas de cable en plantas externas donde la longitud del tendido requiere más de un cable. El empalme puede utilizarse para combinar diferentes tipos de cables, como conectar un cable de 48 fibras a seis cables de 8 fibras que van a diferentes lugares (Chomycz, 1998).

Equipos Activos

OLT

El equipo de oficina intermedia (OLT) en el sistema de red óptica pasiva GPON es una plataforma multiservicio que admite servicios IP y servicios TDM tradicionales. Los servicios de acceso conmutados en el borde de la red se encuentran en el área metropolitana o al salir de la red de acceso público se enrutan a través de la red IP.

Figura 18
Equipos Activos



Fuente: (Martínez, y otros, 2020)

Las funciones OLT son las siguientes:

1. Enviar datos de Ethernet a la ONU (unidad de red óptica) en el modo de difusión;
2. Iniciar y controlar el proceso de medición y registrar la información de medición de distancia;
3. Asignar ancho de banda para la ONU; es decir, controlar el tiempo de inicio de la ONU para enviar datos y el tamaño de la ventana de envío.

OLT generalmente consta de:

1. Tablero de control. Normalmente hay 2 placas que incluyen placas principales y de respaldo en un OLT
2. Placa de fuente de alimentación de CC
3. Unidad de ventilador. Se utiliza principalmente para disipar el calor y controlar el medio ambiente.
4. Marco de servicio
5. Otras tarjetas de enlace ascendente

ONU (unidad de red óptica) u ONT (nodo de terminal óptica):

ONU u ONT son lo mismo, ONT es un nombre dado en ITU-T y ONU es un término IEEE que convierte las señales transportadas por fibra en señales eléctricas. Estas señales electrónicas se envían a suscriptores individuales. Por lo general, existe cierta distancia o acceso a la red entre la ONU y las residencias del usuario final. Además, la ONU puede enviar, recopilar y administrar varios tipos de datos del cliente y enviarlos a la OLT. El enrutamiento es una función de gestión de ONU que habilita y reordena el flujo de datos para una transmisión eficiente. La OLT admite la asignación de ancho de banda para garantizar una transferencia de datos fluida y sin inconvenientes a la OLT, ya que los datos generalmente llegan del cliente en lotes. ONU se puede conectar a diferentes métodos y tipos de cable, como cable de cobre trenzado, cable coaxial; a través de cable de fibra óptica o wifi.

Actualmente existen dos tipos de ventas estándares: 2,4 GHz, que puede transferir hasta 40 megabytes en Wi-Fi, y 5 GHz, que proporciona de 300 a 400 megabytes

en Wi-Fi. Sin embargo, el problema de los 5 GHz es que no es muy bueno para traspasar paredes o puertas, por lo que la distancia recorrida por el router wifi de casa es muy limitada, tendrás que comprar repetidores.

Equipos Pasivos

Red óptica de distribución (ODN, Optical Distribution Network)

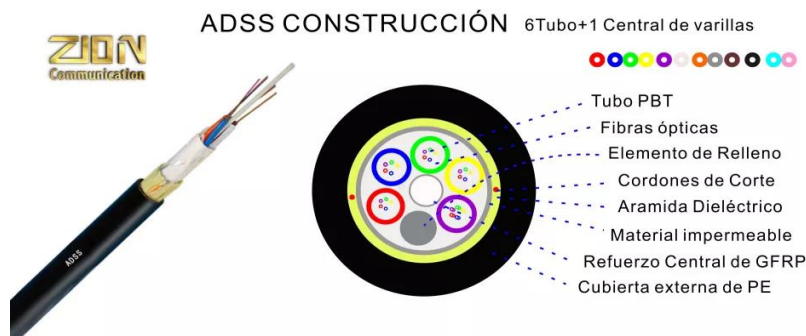
ODN consta de cable de fibra óptica, conector óptico, divisor pasivo, atenuador óptico pasivo y empalme. Esta red se encarga de conectar la OLT a una o varias ONUs/OLTs a través de equipos ópticos pasivos, utilizando cajas de conexiones, armarios, etc.

La transmisión en ODN es bidireccional, ya sea utilizando la misma fibra para el tráfico de enlace ascendente y descendente o una fibra separada para cada uno. En el primer caso, se deben utilizar diferentes bandas de longitud de onda, utilizando la banda de 1530-1570 nm para el tráfico de enlace descendente y la banda de 1280-1340 nm para el tráfico de enlace ascendente. Un elemento clave de esta red es que el divisor puede tener una relación de división que va desde 1:2 a 2:32.

Cable de fibra óptica ADSS

El cable de fibra óptica ADSS Figura 19 (All Dielectric Self-Supported) está diseñado para instalación aérea entre postes, evitando la necesidad de cables guía. Los cables ADSS proporcionan la resistencia a la tracción necesaria en este tipo de instalaciones gracias a la aramida, un material que proporciona excelentes propiedades mecánicas a la tracción, manteniendo un peso muy ligero.

Figura 19
ADSS Construcción



Fuente: (Martínez, y otros, 2020)

2.1.1 Caja de empalme

Contienen y aseguran en su interior un número variable de empalmes, así como bandejas organizadoras de alojamiento en las que se deja una reserva de fibra desnuda, y pueden instalarse en columnas o montarse en paredes como en cámaras inferiores subterráneas. Además, están orientados a bifurcar la fibra óptica para conseguir una mejor distribución de la señal, en la Figura 20 se puede observar una representación grafica de una caja de empalme.

Figura 20
Caja de Empalmes



Fuente: (Martínez, y otros, 2020)

Splitters

Los splitters Figura 21 dividen la señal óptica en tantos caminos como su relación lo indique, pudiendo ser esta división de: 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64. La manera en cómo se forman interiormente estas relaciones, se logran metiendo en cascada splitters “físicos” con relación 1:2.

Es posible instalar varios splitters en una sola caja de empalmes Figura 21 o en una caja terminal, o si los splitters son de tipo modular pueden instalarse en armarios ópticos.

Figura 21
a) splitter 1:2, b) splitter modular



Fuente: (Martínez, y otros, 2020)

Cable drop

Es el cable de fibra que sale de la caja NAP y se dirige a la ubicación del cliente final. Es mucho más delgado que aquel que hace parte del regado urbano y puede instalarse tanto canalizado como aéreo y se conoce como cable DROP Figura 22.

Ya en su ubicación final, este cable se conecta a la Roseta Óptica.

Figura 22
Cable DROP



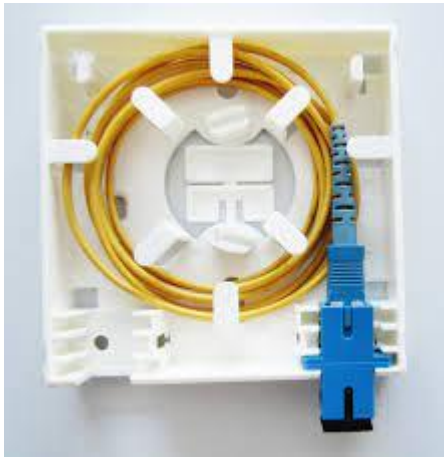
Fuente: (Martínez, y otros, 2020)

Roseta optica

La roseta Figura 23 es una caja pequeña, en la que termina el cable Drop y donde se conecta un patch cord el cual es este patch cord interno el cuál se conecta a la ONU.

¿Por qué instalar la roseta óptica y no llegar directo a la ONU? Según Brayan Hernández, “muchas veces hay clientes que deciden instalar el router en un punto de su casa, pero más adelante hacen una remodelación y quieren mover el router; teniendo esa caja los clientes pueden cambiar el cableado interno y no tener que cambiar desde el cable Drop, o sea desde el cable que sale de la caja NAP, para llegar a la ONU del cliente”.

Figura 23
Roseta



Fuente: (Promax, 2023)

Los elementos anteriormente mencionados se encuentran resumidos gráficamente en la Figura 18.

6. DESARROLLO DEL PROYECTO

6.1 Muestra poblacional para encuesta en villa vieja huila.

Para el casco urbano del municipio de Villavieja se tiene una población estimada de 2.418 ubicados en 777 hogares activos comprendidos en su mayoría por estratos socioeconómico 1, por tal motivo se procede a calcular una muestra significativa de esta población para realizar una encuesta que permita conocer y dar un panorama inicial de la calidad de la internet existente vista desde el cliente.

La siguiente ecuación se aplicará a la cantidad total de hogares para obtener una muestra significativa de los hogares para aplicar una encuesta de satisfacción actual de conectividad:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} = 22$$

En la Tabla 2 se presentan los valores correspondientes a cada variable.

Tabla 2
Datos relacionados con la muestra

Tamaño de la muestra buscado	n	22
Tamaño de la población	N	777
Nivel de confianza (NC)	Z	95 %
Error de estimación máximo aceptado	e	10 %
Probabilidad de que ocurra el evento estudiado	p	50 %

Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado	q	$(1-p) = 50\%$
---	-----	----------------

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la encuesta aplicada al grupo poblacional obtenido a partir del cálculo anterior, el detalle de los resultados se encuentra en el Anexo 12.

Encuesta:

- ¿Cuál es su rango de edad? 18-26, 27-37, 38-48, 49+
- ¿Con cuáles de los siguientes servicios cuenta actualmente? Internet-telefonía-TV, Internet-Telefonía, TV, Ninguno.
- ¿Cuál es su proveedor de internet actualmente?
- Cuantos dispositivos en su hogar se conectan a internet. 1 a 3, 4 a 6, 7+
- ¿Al contratar un servicio de internet, para usted es más importante? Precio, Velocidad y servicio al cliente.
- ¿Cuál es la velocidad de internet de su plan contratado? 5-10, 10-20, 30-50 y No sabe cuál es la velocidad contratada.
- ¿Cuál es el uso principal para su internet actualmente contratado? Educación, Trabajo, Entretenimiento, todas las anteriores.
- ¿Cómo considera la disponibilidad del servicio de internet contratado? Malo, Regular, Bueno, Excelente
- Conocimiento de la tecnología FFTX () en Villavieja. SI - NO
- Estaría interesado en apoyar un nuevo proyecto que pretende mejorar la calidad de internet en el municipio de Villavieja.

Basándose en la fórmula para extraer una muestra representativa de los hogares se tiene que fueron 22 las viviendas encuestadas, obteniendo un 72% (16) de hogares aprobando la iniciativa y apoyo para el proyecto de conectividad en el municipio de la empresa ENERGOSTECH, por otro lado, se tiene que de los hogares encuestados el 80% concuerda con que tanto el internet como la cobertura

móvil en Villavieja es de mala calidad, esto da un panorama general y visionario del proyecto.

En conclusión, el estudio de mercado muestra la acogida y disposición de los clientes para adquirir y hacer uso de la tecnología FTTX, por esta razón es viable realizar la prefactibilidad en el diseño de la red FTTX en el casco urbano del municipio de Villavieja, donde se diseñará para 640 unidades habitacionales en una zona de estrato uno.

Figura 24
Soporte realización de encuesta



Fuente: Elaboración propia.

6.2 Ingeniería del proyecto

Uno de los requerimientos técnicos exigidos por la empresa ENERGOS TECH es la utilización de un espacio actualmente existente con otro proyecto propio de la empresa, este espacio cuenta con la capacidad requerida para este proyecto y adecuado para su futura implementación, como NODO principal.

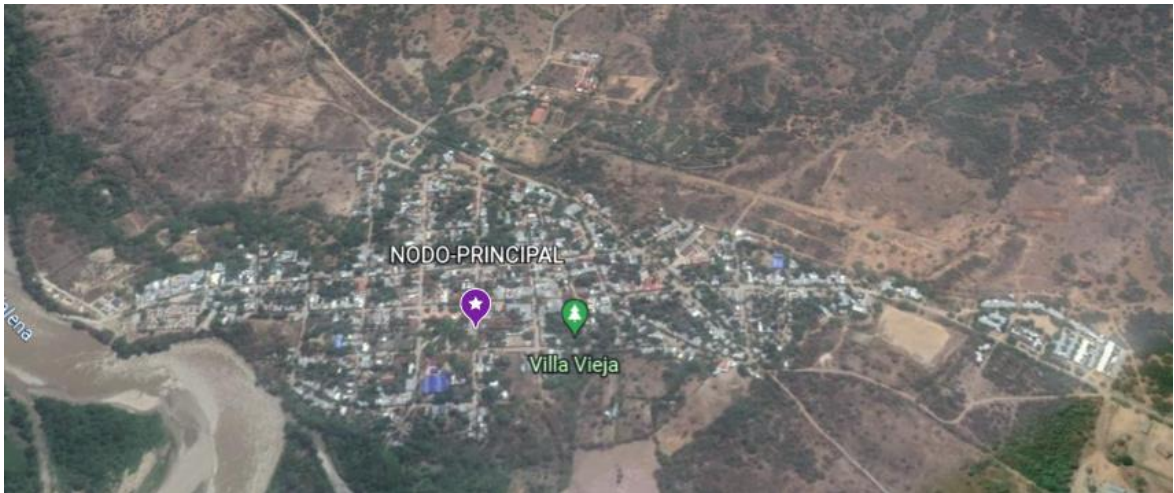
Este NODO principal se plantea ubicar en las siguientes coordenadas 3.219271 N -75.218611 W, en la Figura 25 se georreferencia con una vista satelital obtenida de Google Earth, el punto brinda una posición centralizada perfecta para realizar el despliegue de fibra óptica por el casco urbano del municipio de Villavieja y además la posibilidad de instalar una pequeña sala de ventas y atención al público.

Luego de realizar varias visitas técnicas al casco urbano del municipio de Villavieja Figura 24 se identifica que la red puede ser desplegada a lo largo del territorio mediante la utilización de posteria ya existente en la zona, por ende, la utilización de un tendido aéreo sería la mejor opción para el proyecto, ya que el tendido subterráneo de la fibra implica una serie de complicaciones como la construcción de los ductos en todo o gran parte del recorrido de la fibra, además de los requisitos previos para la construcción como pueden ser permisos de acceso, construcción y los costos adicionales que surgen de esta actividad sin olvidar los inconvenientes de tipo geográfico que pueden aumentar la complejidad en la construcción de las rutas de ductería.

A su vez se plantea un diseño de una red óptica pasiva PON (Passive Optical Network), con tecnología GPON (Gigabit Passive Optical Network) que define velocidades simétricas y asimétricas en la recepción y transmisión de datos de 2.488 Gbps, donde es capaz de transportar por el mismo canal de servicios de internet, televisión digital, Voip entre otros.

La infraestructura que usar sería la fibra a la casa o conocida como FTTH puesto que el diseño contempla llegar hasta la casa de los posibles suscriptores del municipio de Villavieja, además de dar una cobertura del 100% al territorio de 47 Km2 que contemplan el casco urbano, encajando perfectamente con la tecnología PON que se emplea en distancias relativamente cortas.

Figura 25
Ubicación cuarto principal de equipos y oficina.

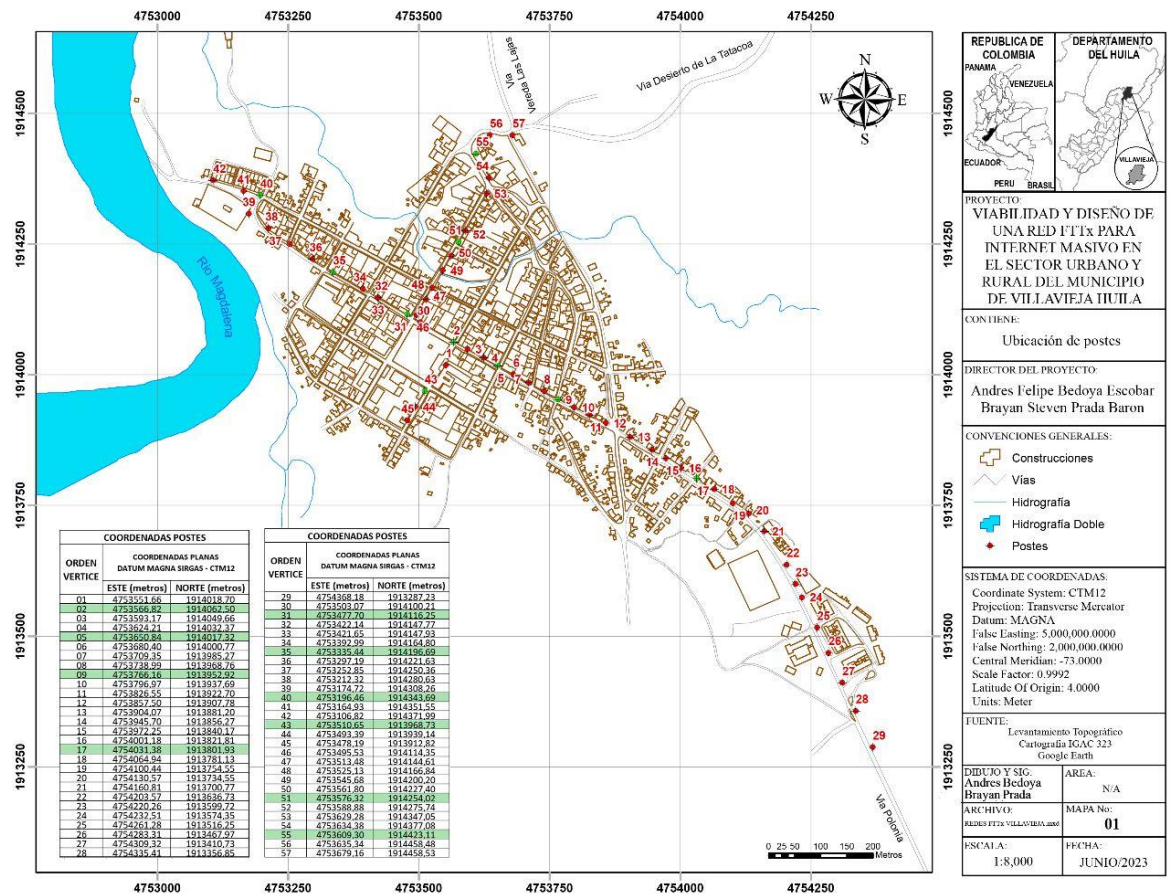


Fuente: Google Earth (2023)

6.3 Diseño Red FFTH – Municipio de Villavieja

Como se mencionaba anteriormente el casco urbano del municipio de Villavieja cuenta con 97.2% de su territorio con tendido de red eléctrica, esto quiere decir que para este proyecto la utilización de posteria ya existente y administrada por Electrohuila sería la mejor opción, en el Anexo 9 se puede ver reflejada la disponibilidad de posteria para el tendido troncal de la red GPON.

Figura 26
Despliegue principal de la red, y posteria disponible en el casco urbano



Fuente: Elaboración propia

6.4 Presupuesto óptico

La distancia más lejana de una red de fibra óptica (FTTH) está determinada por el margen de potencia entre el equipo central (OLT) y el equipo de usuario (ONT) para implementar un despliegue de nivel dividido 1:64. La potencia de transmisión del dispositivo central es de 28dB, la distancia es de 10 km. Se deben considerar los siguientes factores para determinar el balance de luz.

6.5 Cotización de compra de Carrier para la implementación de fibra óptica en el municipio de Villavieja

Uno de los requisitos fundamentales para dar inicio a la ejecución de este proyecto es asegurar la adquisición de una conexión de banda ancha que sea confiable y posea la capacidad necesaria para satisfacer las exigencias inherentes a esta iniciativa. Es destacable señalar que en la actualidad, Energos Technology S.A.S. ya dispone de enlaces de banda ancha exclusivos provenientes de distintos proveedores. En este sentido, destaca que la elección más adecuada para suministrar dicho servicio en el municipio de Villavieja recae en la empresa Azteca Comunicaciones Colombia.

En la Figura 27 se observa la cotización entregada por John Alexander Mora Aviles ejecutivo comercial de la compañía Azteca Comunicaciones Colombia, la cual brinda servicios de carrier (Proveedor de internet).

Figura 27
Oferta Comercial - Azteca

RED	DIRECCIÓN	CAPACIDAD	12 MESES
Internet Dedicado Corporativo	Villavieja - Huila	500 Mbps	\$5,252,000
Internet Dedicado Corporativo	Villavieja - Huila	700 Mbps	\$6,752,000
Internet Dedicado Corporativo	Villavieja - Huila	900 Mbps	\$8,252,000
Internet Dedicado Corporativo	Villavieja - Huila	1Gbps	\$10,518,667

Fuente: Azteca Comunicaciones Colombia (2023)

6.6 Cotización de alquiler por punto de posteria disponible en el municipio de Villavieja.

Considerando la existente infraestructura eléctrica instalada en el área urbana del municipio de Villavieja, la cual se extiende a través de postes, se presenta la oportunidad de llevar a cabo la implementación de la red de fibra óptica utilizando eficientemente dicha infraestructura, la cual está bajo la administración de la empresa ElectroHuila.

Figura 28

Precios alquiler de posteria en el municipio de Villavieja – Entregada por la empresa ElectroHuila

ELEMENTO DE INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA		TOPE TARIFARIO DE CONTRAPRESTACIÓN MENSUAL POR PUNTO DE APOYO
Postes del Sistema de Distribución Local (SDL)	Poste menor o igual a 8 metros	\$ 1.305
	Poste mayor a 8 metros y menor o igual a 10 metros	\$ 1.366
	poste mayor a 10 metros	\$ 2.074
Postes o Torres del Sistema de Transmisión Regional (STR) o Nacional (STN)	Postes o torres	\$ 111.679

Fuente: ElectroHuila (2023)

La Figura 28 discrimina el precio de arrendamiento de cada poste, la cotización fue entregada por GERMAN IGNACIO MURCIA JIMENEZ Profesional III DIVISION ZONA NORTE – NEIVA, de la compañía ElectroHuila, la cual es la encargada del servicio de electricidad e iluminación en el municipio de Villavieja (Compañía pública).

7. RESULTADOS

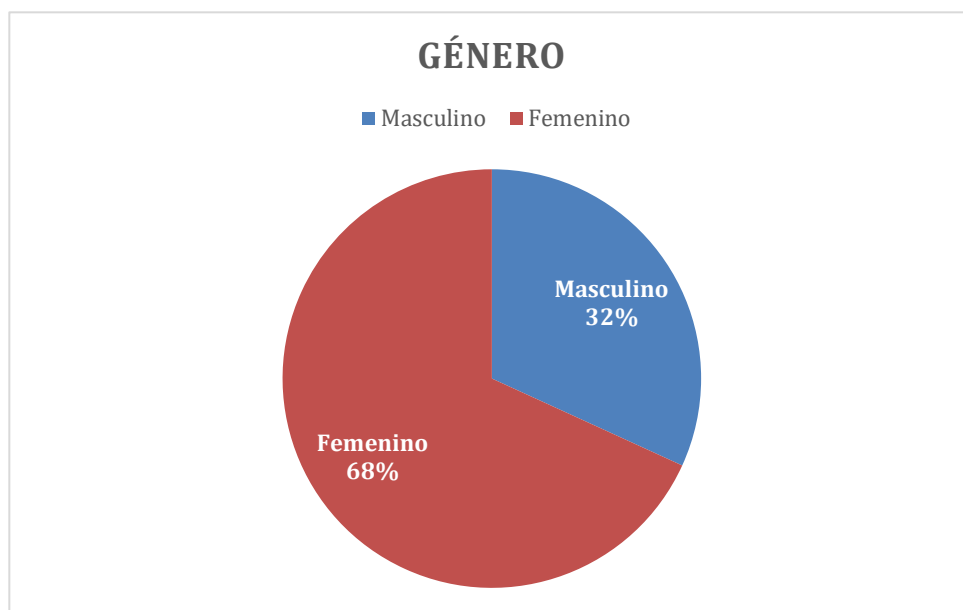
En este apartado, se realizará un análisis de los hallazgos sociodemográficos y de la demanda de servicios de internet en Villavieja. Estos datos son cruciales para contextualizar la viabilidad del proyecto de infraestructura tecnológica propuesto. Además, se detallará el trazado geográfico planificado para la nueva red, considerando su eficiencia y adaptabilidad al entorno topográfico y urbano.

Asimismo, se discriminará a fondo los componentes necesarios para la implementación exitosa del proyecto, desde equipos técnicos hasta recursos humanos. Por otro lado, se presentará un análisis financiero detallado que cubrirá los aspectos económicos relevantes del proyecto, brindando una visión completa de su viabilidad económica y considerando costos e ingresos potenciales.

7.1 Análisis del comportamiento sociodemográfico en relación con la cobertura de internet de alta velocidad y la demanda del servicio en el casco urbano de Villavieja y el desierto de la Tatacoa

En esta parte del trabajo se presentan los resultados de la encuesta realizada y los gráficos respectivos para el análisis de cada una de las preguntas.

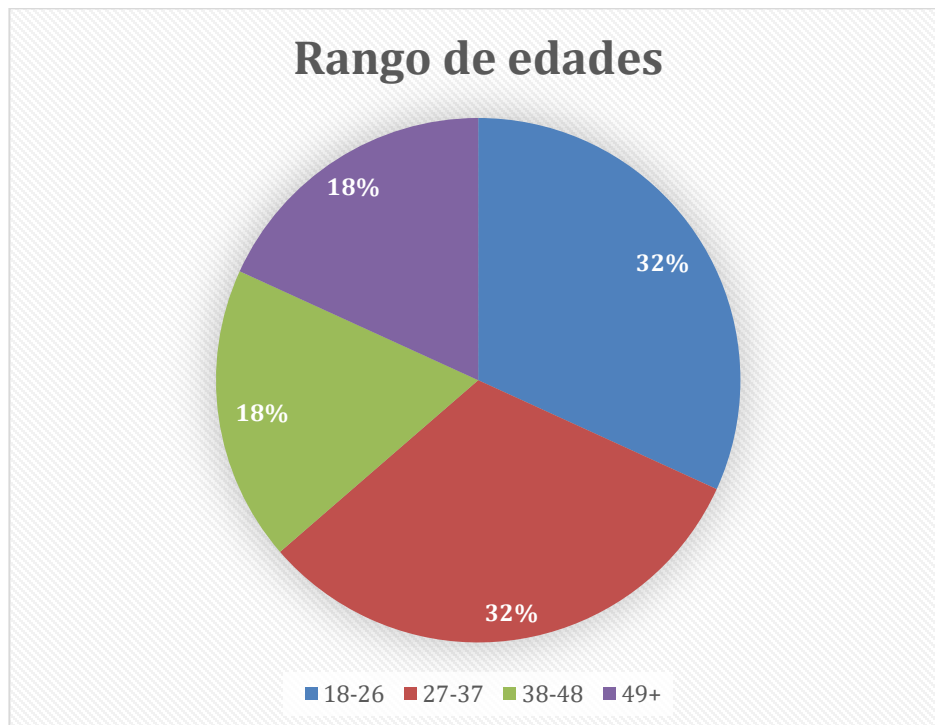
Figura 29
Género de los entrevistados



Fuente: Elaboración propia.

De las 22 personas encuestadas para el levantamiento de información del presente proyecto, la mayoría pertenecen al género femenino con un 68% y se encuentra una minoría del 32% que son hombres, así como se observa en la figura 29.

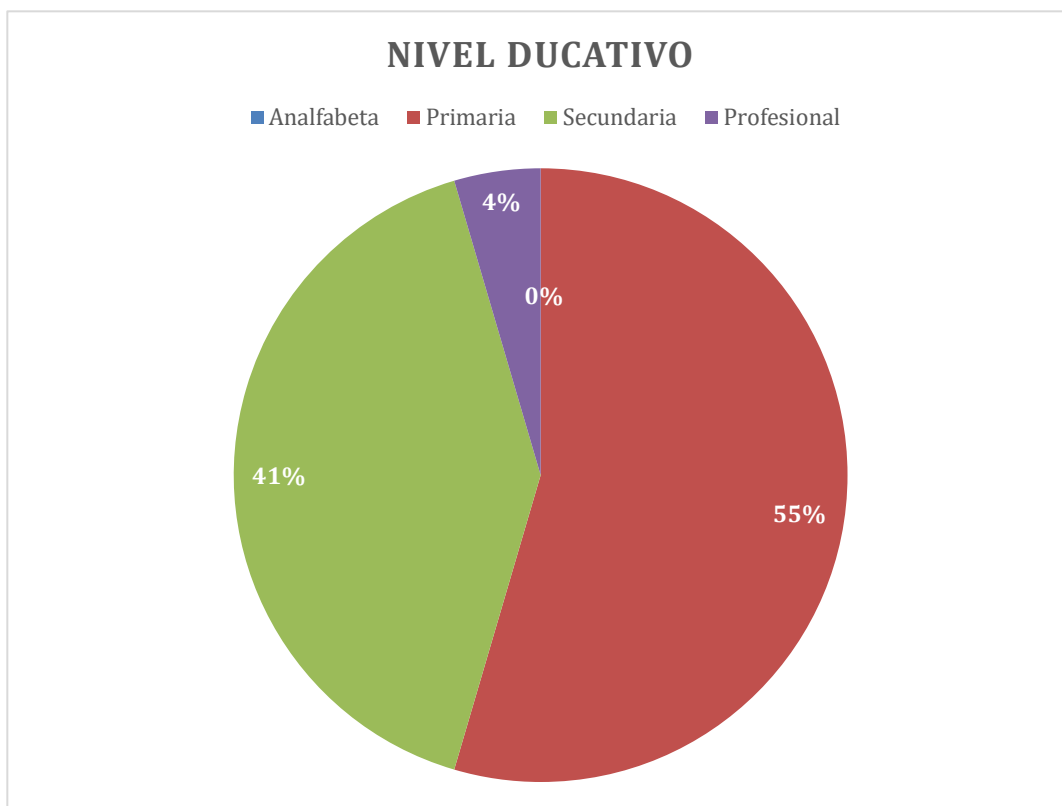
Figura 30
Rango de edades



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 30 se expresa en porcentajes los diferentes rangos de edades que tienen las personas que han sido entrevistadas. Que se distribuyen de la siguiente manera: con un 32%, se encuentran personas con rangos de edades entre los 18 a 26 y los 27 a 37, para dar un total de 64%, y el 36% restante se distribuye con un 18% de entrevistados entre los 38 y 48 años y otro 18% con más de 49 años.

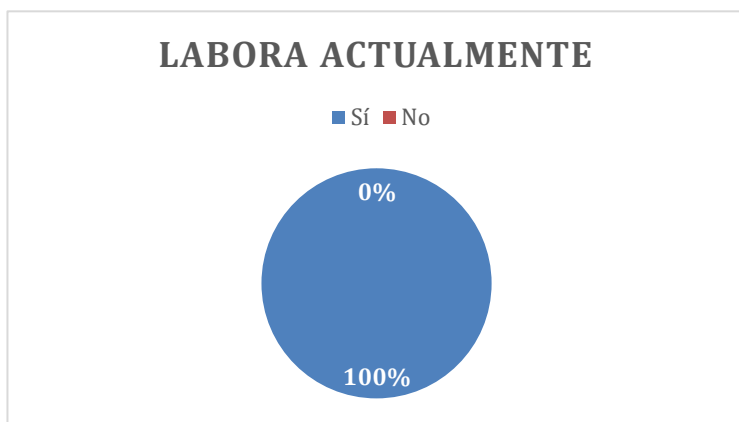
Figura 31
Nivel educativo



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 31, se muestra el nivel educativo de las personas encuestadas. En primer lugar, se puede observar que no hay ni una sola persona analfabeta y su mayoría, más de la mitad con un 55% de ellos, cuentan con estudios de básica primaria, el 41% de básica secundaria y, por último, solo un 4% de la muestra seleccionada tiene un nivel profesional.

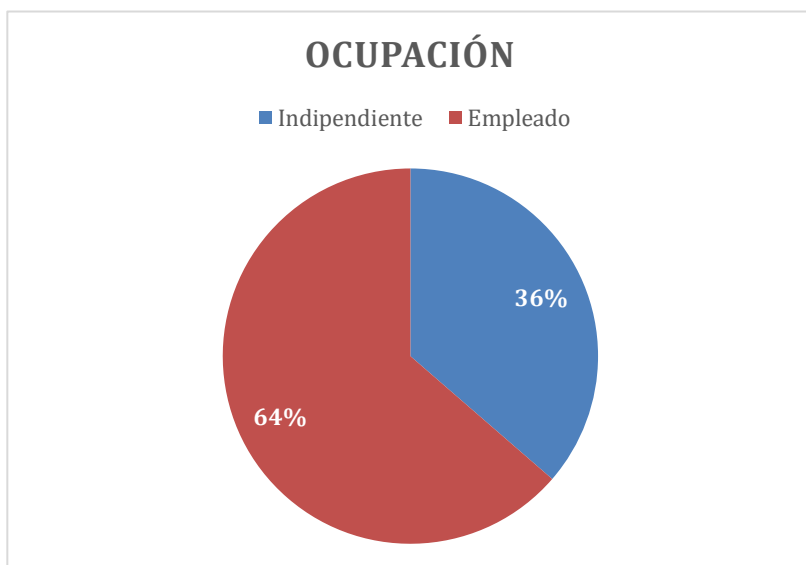
Figura 32
Estado laboral



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la figura 32, se tiene que la situación laboral de las personas que participaron en el presente proyecto con el desarrollo de la encuesta, en su totalidad lo que es igual a un 100%, se encuentran laborando.

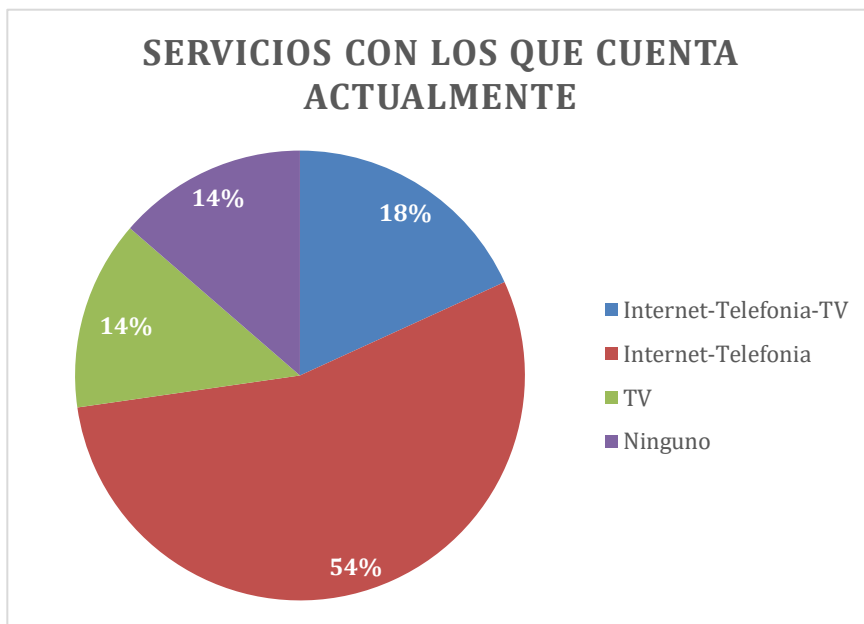
Figura 33
Ocupación de los entrevistados



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la figura 33, el 64% de la población que fue entrevistada para el presente proyecto labora como empleado, mientras que el 36% restante, soluciona su situación laboral como independiente.

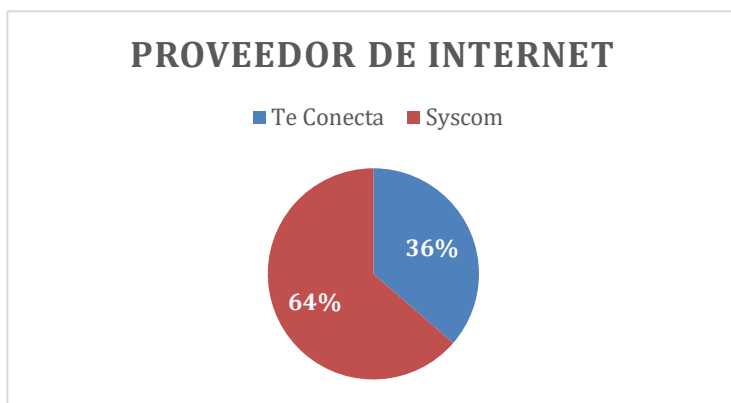
Figura 34
Servicios tecnológicos contratados



Fuente: Elaboración propia.

En la encuesta realizada, se preguntó por los servicios que las personas compran actualmente. Según la figura 34, la mayoría de las personas participantes en un 54% de la encuesta cuentan con internet y telefonía, un 18% han contratado la totalidad de los servicios, es decir, internet, telefonía y televisión, un 14% cuentan solamente con televisión y otro 14% no han contratado ningún servicio.

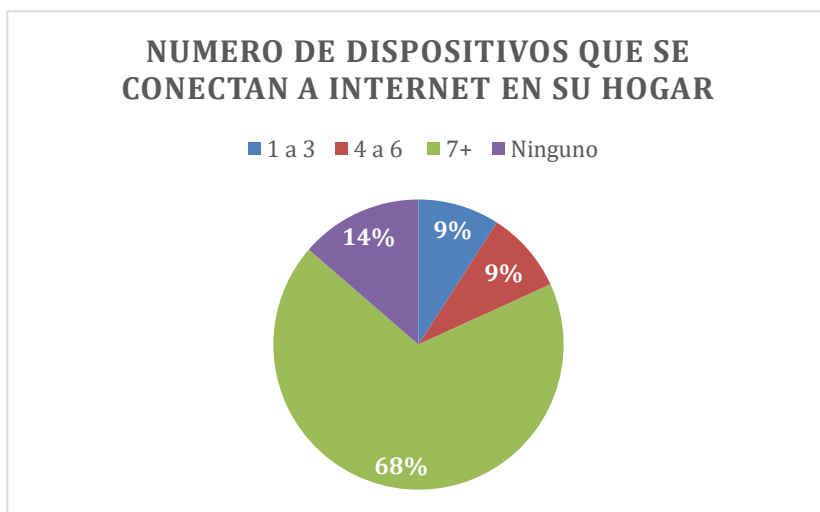
Figura 35
Proveedor actual de internet



Fuente: Elaboración propia.

En continuación con la información anterior, se procede a preguntar por el proveedor de los servicios, como se observa en la figura 35, el 64% de los entrevistados tienen los servicios de "Syscom" y el 36% restante, tienen contratado hoy los servicios de "Te Conecta".

Figura 36
Cantidad de dispositivos que se conectan a internet en el hogar

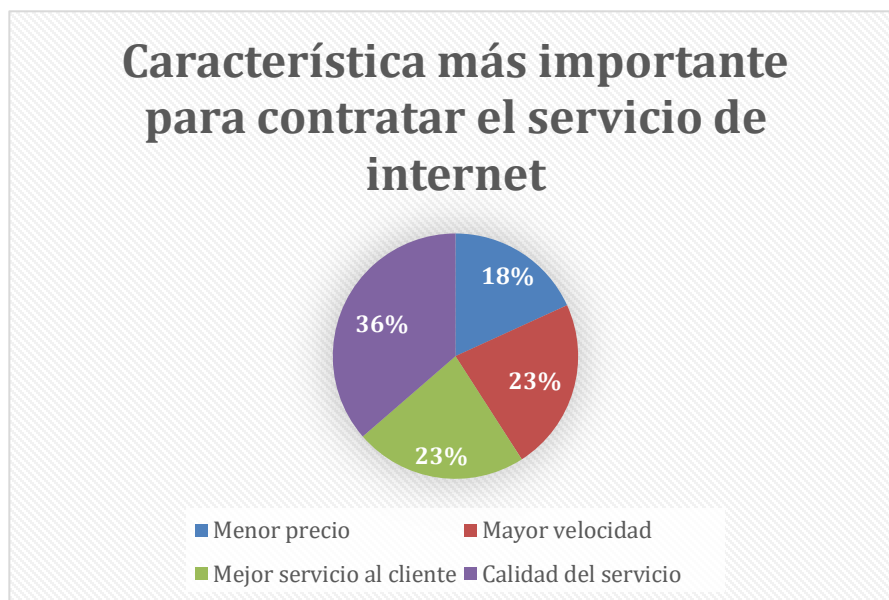


Fuente: Elaboración propia.

En la figura 36 se muestra que la mayoría de las personas entrevistadas con un 68%, cuentan con más de 7 dispositivos con la capacidad de conectarse a internet, un 14% de la población participante no cuenta con ningún dispositivo que se pueda conectar a internet, un 9% poseen de 4 a 6 dispositivos con conectividad a internet y el otro 9%, cuentan de 1 a 3 dispositivos con la capacidad de conectarse a internet.

Figura 37

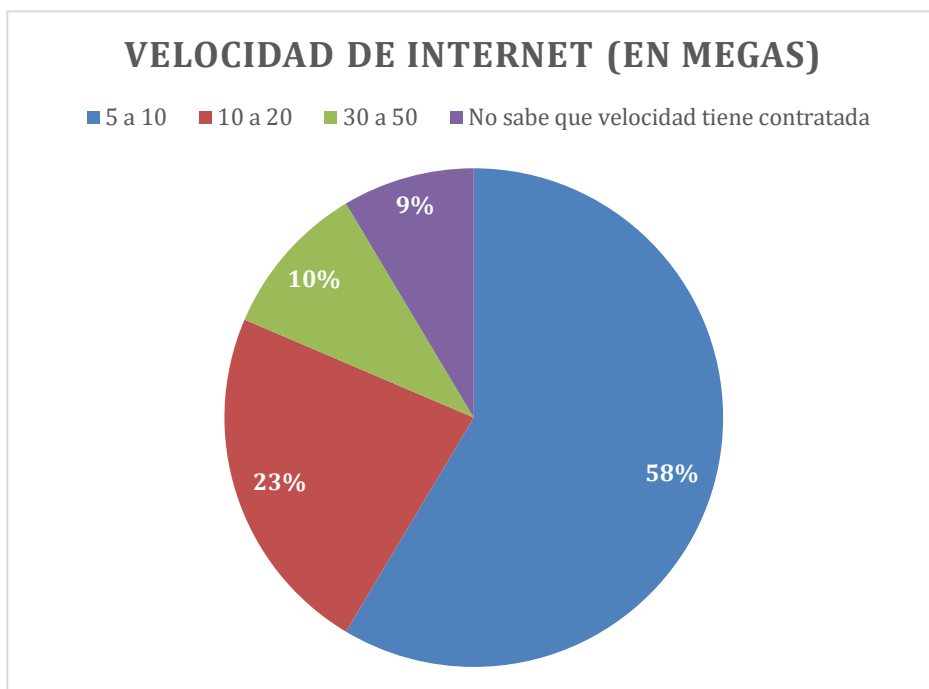
Características más importantes a la hora de contratar el servicio de internet



Fuente: Elaboración propia.

La característica o el aspecto más importante que tienen las personas de Villavieja a la hora de contratar el servicio de internet, de acuerdo con la figura 37, es la calidad del servicio con 36%, seguido de la calidad en el servicio al cliente y la velocidad en el internet, ambas con un 23%, y el aspecto menos importante, con un 18%, es un menor precio.

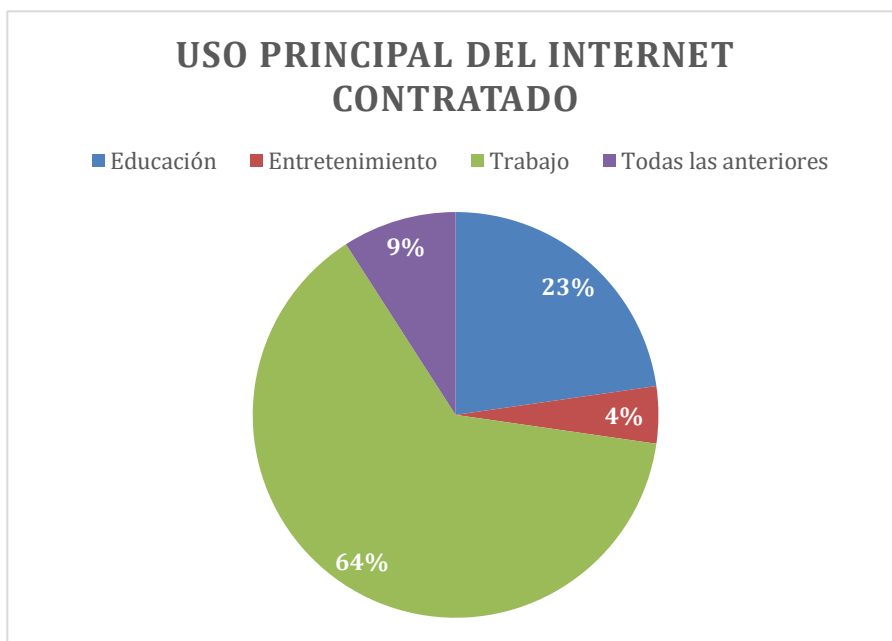
Figura 38
Velocidad de internet contratado por los clientes



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 38, se puede apreciar que la mayoría de la población entrevistada, con un 59%, cuentan con una velocidad de internet de 5 a 10 megas, seguido de un 23% que han contratado una velocidad de 10 a 20 megas, después un 10% que cuentan con una mayor velocidad, de 30 a 50 megas, y por último, un pequeño porcentaje de personas que desconoce la velocidad de internet que les ofrece su proveedor, con un 8%.

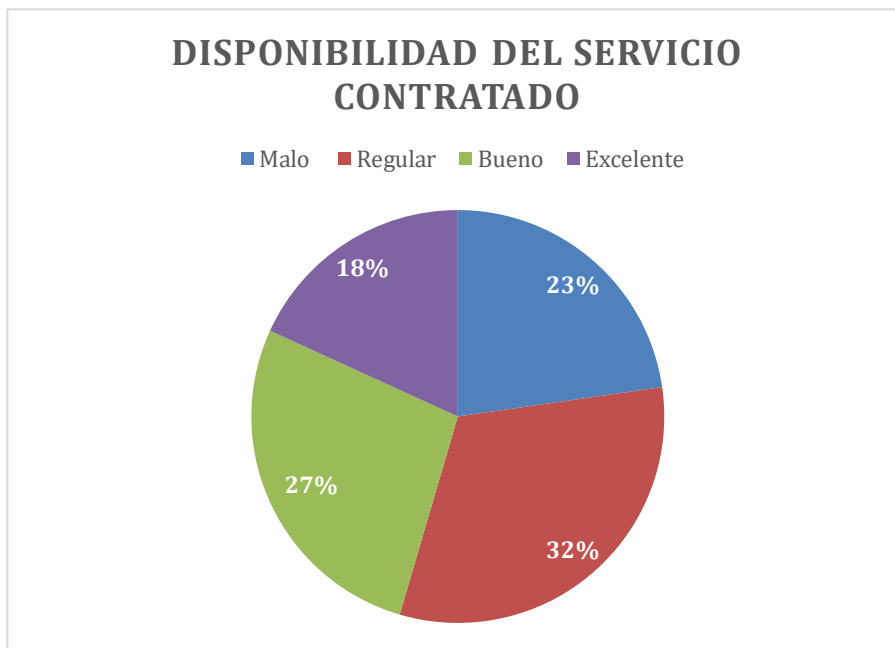
Figura 39
Principal uso de internet contratado



Fuente: Elaboración propia.

Según la figura 39, el uso principal que dan las personas del casco urbano de Villavieja al internet contratado es trabajo con un 64%, seguido de un 23% de la población que ha contratado servicios de internet a razón de educación, un 4% que lo usa principalmente para entretenimiento y un 9% que utiliza el internet para todas las razones anteriores.

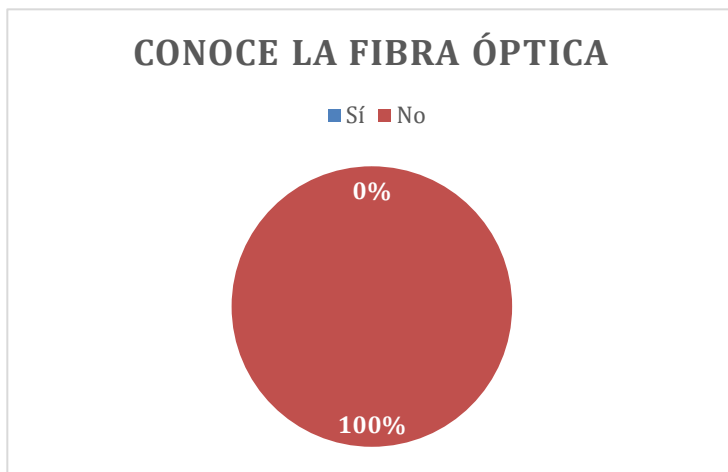
Figura 40
Consideración del cliente sobre la disponibilidad del servicio contratado



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura 40, la población entrevistada para el presente proyecto considera en su mayoría que el servicio de internet que tienen en su hogar es regular, con un 32%. Así mismo, se muestra que el 27% de la población, considera que el servicio es bueno, en contraste con un 23% que considera lo contrario, mientras que solo un 18%, piensa que su servicio de internet es excelente.

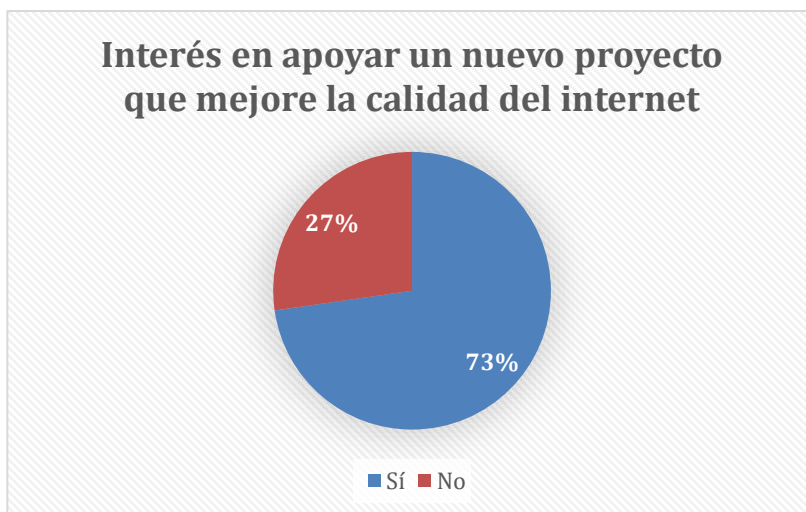
Figura 41
Conocimiento de la tecnología de fibra óptica en Villavieja



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo mostrado en la figura 41, el 100% de las personas que participaron en la encuesta realizada para este proyecto, tiene un total desconocimiento sobre la tecnología FFTX, o en otras palabras, el servicio de internet por medio de Fibra óptica.

Figura 42
Apoyo a un nuevo proyecto que mejore la conectividad en el Muanicipio



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 42, se puede observar que de las 22 personas entrevistadas pertenecientes al casco urbano del municipio de Villavieja, el 73% está de acuerdo o estaría dispuesto a apoyar un nuevo proyecto tecnológico que permita mejorar el servicio de internet de la zona, mientras que existe un 27% de esa población que no tiene interés en proyectos nuevos relacionados con la calidad en los servicios de interconexión.

7.2 Trazo geográfico del despliegue de una red de tecnología mixta en el casco urbano de Villavieja y el desierto de la Tatacoa

El despliegue de una red con tecnología GPON en el desierto de la Tatacoa implica una estrategia cuidadosamente planificada ya que presenta desafíos geográficos diferentes, debido a las zonas protegidas que no pueden ser intervenidas, por tal razón se debe considerar que la única manera de alcanzar estos predios, sería mediante radio enlaces e instalación de costosas torres de telecomunicaciones, por tal motivo para el diseño y ejecución de este proyecto no se consideran estos terrenos aledaños ya que no sería posible el llevar la tecnología GPON a cada uno de los hogares mediante fibra óptica.

Por otro lado, en el casco urbano se realiza un trazado de conectividad en relación con líneas permitidas de servicios para ampliar la conectividad en esta zona; este trazado tiene en aras de lograr su propósito de mejora de los servicios de internet una linealidad que va de Sur a Norte y de Oriente a Occidente como se muestra en la Figura 26, para abarcar igualmente linderos rurales más próximos al enclave geográfico Municipal.

De esta forma, se garantiza una conectividad optima, donde se concentra la población, Así, los residentes, turistas y científicos que visitan la zona pueden disfrutar de una conexión confiable a Internet, comunicación fluida y acceso a servicios digitales esenciales, al tiempo que se preserva y explora la belleza natural del desierto.

7.3 Componentes requeridos para el despliegue del proyecto en el casco urbano de Villavieja y el desierto de la Tatacoa.

El proyecto de despliegue de una red con tecnología GPON en Villavieja plantea un desafío. Para asegurar el éxito de esta iniciativa, es crucial identificar los componentes necesarios que permitirán su implementación eficiente y efectiva. El desarrollo de este proyecto requiere un enfoque integral que abarque aspectos como la infraestructura, la tecnología, la logística y la sostenibilidad ambiental. El conocimiento detallado de los requerimientos específicos y las necesidades de la comunidad local, así como el reconocimiento de los desafíos geográficos y medioambientales, serán fundamentales para la planificación y ejecución exitosa de este proyecto.

Lo primero, relacionado con la parte del diseño, es identificar los elementos disponibles del municipio. De acuerdo con las visitas a campo se cuenta con lo siguiente:

Postería a lo largo de todo el casco urbano (97.2% cuenta con red eléctrica).

Distancias entre postes de aproximadamente 40 metros.

Se tienen de 3 a 4 postes por cuadra.

De acuerdo con lo anterior, se planea realizar el despliegue por medio de la infraestructura ya existente y el uso de la tecnología GPON que permite una recepción y transmisión alta de datos.

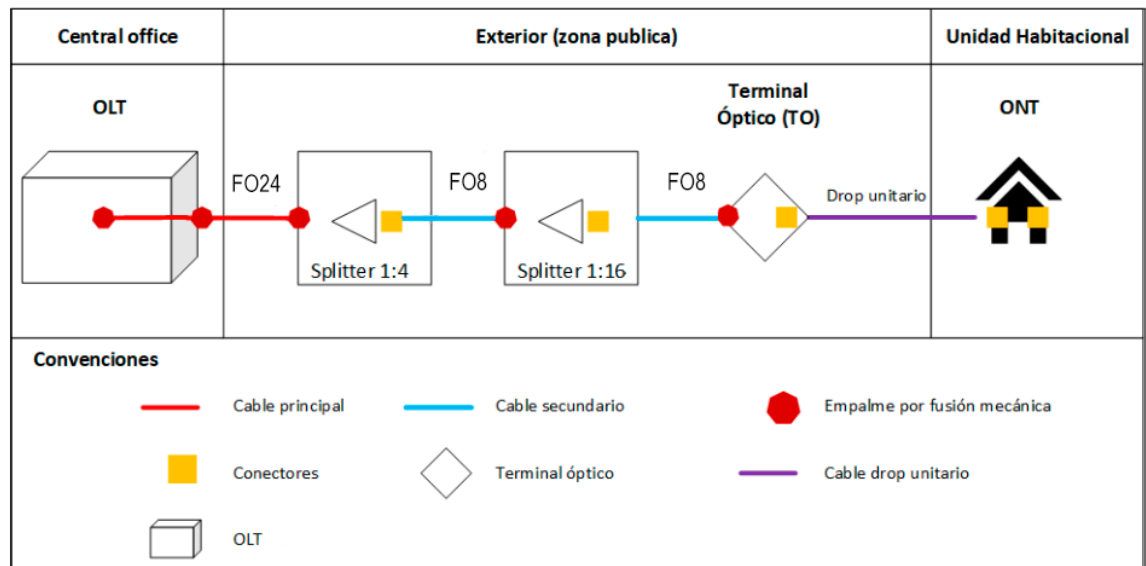
FTTH (casa) → Cobertura de territorio 47km², aproximadamente 777 hogares.

Se plantea un diseño que tenga cobertura del 100% del territorio y con capacidad para el 80% de las casas.

7.3.1 Cálculos para el diseño

En este apartado se relacionan las etapas para implementar el despliegue de fibra óptica teniendo como premisas que cada puerto de la OLT soporta hasta 64 usuarios y que la potencia óptica de Tx promedio es de 28dB, el diseño está orientado para brindar una cobertura del 100% del territorio y una capacidad máxima de 640 posibles usuarios.

Figura 43
Diagrama de red GPON



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede evidenciar en la Figura 44, para el diseño de esta red GPON, se utiliza una OLT con 16 puertos disponibles, esto con el fin de utilizar 10 y tener 6 de reserva (Daño en algún puerto o posible expansión de la red), seguido del primer nivel de splitters de relación 1 a 4 (una entrada con cuatro salidas) utilizando fibra de 24 hilos, luego se tendría el segundo nivel de Splitters de relación 1 a 16 (una entrada con dieciséis salidas) utilizando fibra de 9 hilos, finalmente se lleva el servicio de internet al cliente en fibra Drop (Tramo final de la instalación).

Figura 44
Diagrama de red por puerto OLT y niveles de Splitter

CONEXIONES DE RED - GPON																
UNIDADES HABITACIONALES TOTALES: 777					ALCANCE OPTIMISTA DEL PROYECTO 80%: 621					COBERTURA MAXIMA DE LA RED: 640						
OLT	Puerto	ODF	Bandeja	Posicion	Cable Principal	Hilo	IN	SPLITTER PRIMARIO	OUT	Cable Secundario	HILO	IN	SPLITTER SECUNDARIO	OUT	Cable Terciario (Drop)	Unidades Habitacionales
BDCOM GP3600	GPON PORT1	OLT_1	1	1	FO24_1	1	1	1:4_SP_1	4	FO8_1	1 A 4	1	1:16_SP_1	1 A 16	FO1_1-16	64
												1	1:16_SP_2	1 A 16	FO1_17-32	
												1	1:16_SP_3	1 A 16	FO1_33-48	
												1	1:16_SP_4	1 A 16	FO1_49-64	
	GPON PORT3			3		2	1	1:4_SP_2	4	FO8_2	1 A 4	1	1:16_SP_5	1 A 16	FO1_65-80	64
												1	1:16_SP_6	1 A 16	FO1_81-96	
												1	1:16_SP_7	1 A 16	FO1_97-112	
												1	1:16_SP_8	1 A 16	FO1_113-128	
												1	1:16_SP_9	1 A 16	FO1_129-144	64
	GPON PORT5			5		3	1	1:4_SP_3	4	FO8_3	1 A 4	1	1:16_SP_10	1 A 16	FO1_145-160	
												1	1:16_SP_11	1 A 16	FO1_161-176	
												1	1:16_SP_12	1 A 16	FO1_177-192	
	GPON PORT7			7		4	1	1:4_SP_4	4	FO8_4	1 A 4	1	1:16_SP_13	1 A 16	FO1_193-208	64
												1	1:16_SP_14	1 A 16	FO1_209-224	
												1	1:16_SP_15	1 A 16	FO1_225-240	
												1	1:16_SP_16	1 A 16	FO1_241-256	
	GPON PORT9			9		5	1	1:4_SP_5	4	FO8_5	1 A 4	1	1:16_SP_17	1 A 16	FO1_257-272	64
												1	1:16_SP_18	1 A 16	FO1_273-288	
												1	1:16_SP_19	1 A 16	FO1_289-304	
												1	1:16_SP_20	1 A 16	FO1_305-320	
	GPON PORT12	OLT_1	2	2		13	1	1:4_SP_6	4	FO8_6	1 A 4	1	1:16_SP_21	1 A 16	FO1_1-16	64
												1	1:16_SP_22	1 A 16	FO1_17-32	
												1	1:16_SP_23	1 A 16	FO1_33-48	
												1	1:16_SP_24	1 A 16	FO1_49-64	
	GPON PORT4			4		14	1	1:4_SP_7	4	FO8_7	1 A 4	1	1:16_SP_25	1 A 16	FO1_65-80	64
												1	1:16_SP_26	1 A 16	FO1_81-96	
												1	1:16_SP_27	1 A 16	FO1_97-112	
												1	1:16_SP_28	1 A 16	FO1_113-128	
												1	1:16_SP_29	1 A 16	FO1_129-144	64
	GPON PORT6			6		15	1	1:4_SP_8	4	FO8_8	1 A 4	1	1:16_SP_30	1 A 16	FO1_145-160	
												1	1:16_SP_31	1 A 16	FO1_161-176	
												1	1:16_SP_32	1 A 16	FO1_177-192	
												1	1:16_SP_33	1 A 16	FO1_193-208	64
	GPON PORT8			8		16	1	1:4_SP_9	4	FO8_9	1 A 4	1	1:16_SP_34	1 A 16	FO1_209-224	
												1	1:16_SP_35	1 A 16	FO1_225-240	
												1	1:16_SP_36	1 A 16	FO1_241-256	
	GPON PORT10			10		17	1	1:4_SP_10	4	FO8_10	1 A 4	1	1:16_SP_37	1 A 16	FO1_257-272	64
												1	1:16_SP_38	1 A 16	FO1_273-288	
												1	1:16_SP_39	1 A 16	FO1_289-304	
												1	1:16_SP_40	1 A 16	FO1_305-320	
	GPON PORT11	RESERVA														
	GPON PORT12	RESERVA														
	GPON PORT13	RESERVA														
	GPON PORT14	RESERVA														
	GPON PORT15	RESERVA														
	GPON PORT16	RESERVA														

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestran los cálculos necesarios para determinar la viabilidad del diseño, teniendo en cuenta las perdidas por conectores, empalmes por fusión mecánica, distancia de las fibras y dispositivos utilizados como se visualiza en la Figura 43, las pérdidas y ganancias

Tabla 3
Atenuación presentada por elementos de la red FTTH

Elementos	Atenuación en dB	Cantidad	Total en dB
OLT - ODF	28	1	28
Fusión (c)	0.1	5	0.5
Conector (n) (punto conectorizado)	0.5	4	2
Cable de Fibra óptica (L)	0.35	1.32 km	4.62
Splitter 1:4	7.4	1	7.4
Splitter 1:16	14	1	14

Nota: La tabla muestra, la atenuación por fusión, conexión, distancia y capacidad de splitter del diseño de la red FTTH en el casco urbano de Villavieja.

Elaboración propia

La Tabla 5 registra la atenuación por fusión, conexión y distancia del cable, al aplicar los datos en la fórmula del presupuesto óptico esta debe indicar un presupuesto aceptable no superior a 28 dB.

Fórmula para calcular el presupuesto óptico:

$$TA = n \times C + c \times J + L \times a + M$$

$$TA = 4 \times 0.5 \text{ dB} + 5 \times 0.1 \text{ dB} + 1320 \text{ m} \times 0.0035 \frac{\text{dB}}{\text{m}} + 3 \text{ dB}$$

$$TA = 2 \text{ dB} + 0.5 \text{ dB} + 4.62 \text{ dB} + 3 \text{ dB}$$

$$TA = 10.12 \text{ dB}$$

Convenciones para el presupuesto optico

- n: cantidad de conectores
- C: atenuación de un conector óptico (dB)
- c: cantidad de empalmes en sección de cable básica
- J: atenuación de un empalme (dB)
- M: margen del sistema (los cables de conexión, las curvas de los cables, los eventos de atenuación óptica impredecibles y las cosas por el estilo representan alrededor de 3 dB) a: atenuación de cable óptico (dB/km)
- L: longitud total del cable óptico

De acuerdo con lo desarrollado anteriormente, se pueden identificar los componentes necesarios para el despliegue del proyecto en el municipio de Villavieja, este apartado se detallado en el Anexo 8.

7.4 Estudio administrativo para el proyecto

La empresa Energos Technology cuenta con un esquema organizacional de funcionarios ya establecida, en el que cada uno cuenta con un rol específico y una interacción menor o mayor dentro de la planificación y ejecución de este proyecto, como se puede ver evidenciado en la Figura 45.

Gerente TIC: Es el encargado de planificar y liderar el proyecto llevando a cabo los objetivos trazados para su adecuado cumplimiento, se encarga además de hacer el análisis de riesgos y manejar al equipo de trabajo. El gerente de proyecto debe asegurarse de la gestión de calidad del proceso.

Líder de Proyecto: Se encarga de liderar los procesos internos de la organización, la toma de decisiones que repercuten de manera directa en los procesos de la organización.

Área Ingeniería: Se encargarán de liderar todos los aspectos técnicos del proyecto en cuanto a instalación, implementación, materiales y soporte técnico de calidad al personal en campo.

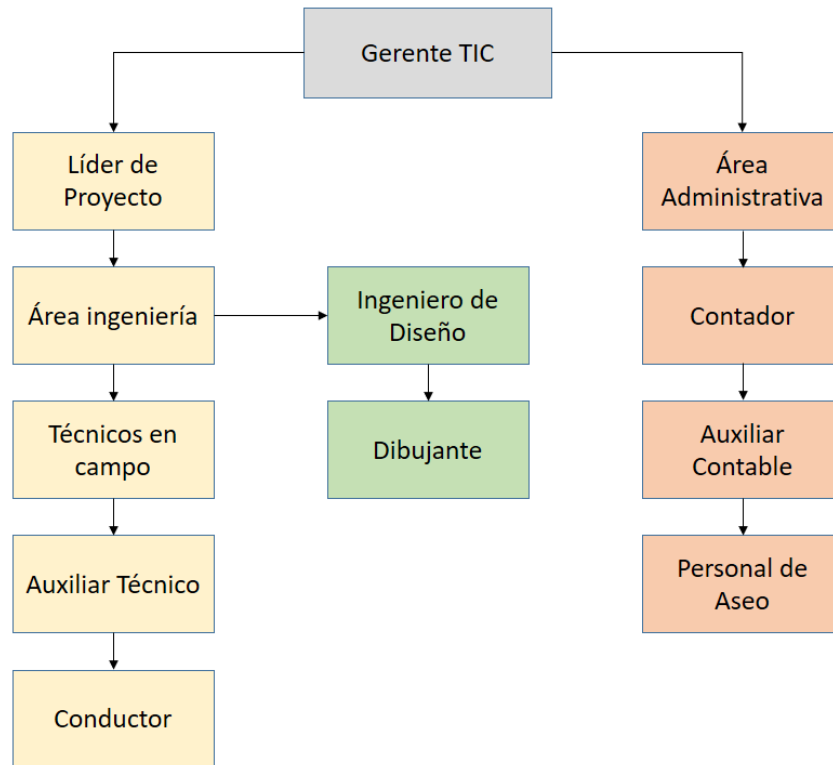
Técnico en Campo: Se encargan de ejecutar en campo lo dispuesto por el área de ingeniería para la implementación física, puesta en marcha y validación técnica del funcionamiento de la red dentro del área a establecer. Deben estar en comunicación permanente con el equipo de ingeniería y el responsable del área para que las labores se ejecuten de acuerdo con lo proyectado.

Auxiliar Técnico: Se encarga de prestar apoyo a los líderes técnicos en campo en lo referente a instalación, tendido de la red, acceso a zonas y en general a complementar servicios auxiliares que se requieran durante la puesta en marcha y ejecución de los servicios.

Ingeniero de Diseño: Es el encargado de velar por el cumplimiento de lo diseñado para la estructuración de la red, lidera el equipo en campo y reportar al responsable del área de ingeniería.

Dibujante: Es el encargado de plasmar lo dispuesto por el área de ingeniería (Ingeniero de Diseño) respecto a planimetría, disposición de equipos y análisis técnico de lo requerido por la especificación.

Figura 45
Estructura organizacional de personal de diseño necesario para el proyecto



Fuente: Elaboración propia.

7.5 Estudio económico – Financiero

En este apartado se dará a conocer el análisis financiero requerido para este proyecto en el que se relacionará todos los costos de inversión inicial, equipos, materiales, nomina, infraestructura, entre otros. En relación con los ingresos que se esperan obtener en un plazo de 5 años desde que se dé inicio al proyecto, esto con el fin de determinar la viabilidad financiera.

7.5.1 Costos de inversión inicial

Los costos de inversión se determinaron a partir de la suma de los costos administrativos, equipos, materiales, herramientas, financieros y otros, necesarios para ejecutar este proyecto. Esta inversión inicial se presupuestó ya que se fijó los dos primeros meses como fecha de implementación del diseño de red FTTH. La

Tabla 6 proporciona una descripción general de estos costos y la inversión inicial total requerida para implementar y poner en marcha los diseños presentados en este proyecto.

Tabla 4
Costo total de inversión inicial

Descripción	Total (\$)
Nomina	\$ 27.120.000
Equipos de Computo	\$ 18.500.000
Dispositivos y Materiales	\$ 80.367.000
Oficina	\$ 2.400.000
Seguridad industrial	\$ 3.588.000
Gestión de permisos administrativos	\$ 7.000.000
Total Inversión Inicial	\$ 138.975.000

Fuente: Elaboración propia.

7.5.2 Costos dispositivos y materiales

El análisis financiero de dispositivos y materiales para la implementación del proyecto arroja un estimado de costos de \$80,367,000, considerando la inclusión del Impuesto al Valor Agregado (IVA). Se ha asignado un margen adicional del 10% del presupuesto total para enfrentar posibles imprevistos durante el proceso de implementación, el detallado de estos costos se encuentra relacionado en el Anexo 8.

Este margen para imprevistos es fundamental para mantener la flexibilidad financiera y abordar situaciones inesperadas. Durante la planificación detallada, se

han examinado en profundidad los requisitos de dispositivos y materiales, así como los costos operativos y las posibles fluctuaciones en los precios del mercado. Esto ha permitido proporcionar una estimación sólida de los costos directos involucrados.

A medida que avance la ejecución del proyecto, se llevará un seguimiento riguroso de los gastos reales en comparación con el presupuesto previsto. Esto permitirá tomar decisiones informadas en caso de variaciones significativas y asegurarse de cumplir con los objetivos y plazos establecidos.

7.5.3 Costos administrativos

Nomina: Primeramente, se consideraron los salarios base más prestaciones sociales de los colaboradores necesarios para la puesta en marcha de la red FTTH en el municipio de Villavieja durante los primeros meses que durará la implementación del proyecto, esto tendrá un valor de \$ 27.120.000 los cuales se encuentran discriminados en el Anexo 1 y se tendrán en cuenta para determinar la inversión inicial.

Luego de la puesta en marcha se estima unos gastos anuales de personal de nómina de aproximadamente \$ 141.120.000 el detalle de estos gastos se encuentra en el Anexo 2, cabe resaltar que la empresa Energios Tech actualmente cuenta con personal altamente calificado que a futuro puede seguir con la ejecución de este proyecto, por tal motivo este gasto anual de nómina no se tendrá en cuenta para determinar la viabilidad del proyecto.

Oficina: Para determinar este costo se consideró el arriendo, servicios y gastos operativos dando como total \$ 1.200.000, teniendo en cuenta la duración de 2 meses para la implementación se tomará un total de \$ 2.400.000 para calcular la inversión inicial, luego de la implementación el costo anual de la oficina será de \$ 14.400.000, esto se encuentra discriminado en el Anexo 3.

Equipos ofimáticos: Para la puesta en marcha de este proyecto se consideraron los costos de equipos de cómputo, celular con plan de datos, impresora, cámara fotográfica, dron y mobiliario de oficina con un valor total de \$ 18.500.000 los cuales serán considerados dentro de la inversión inicial del proyecto, estos costos se encuentran detallados en el Anexo 4.

Equipos de seguridad industrial: Se considera el costo de los equipos de seguridad industrial, para garantizar las protecciones y el cumplimiento de las normativas de seguridad, obteniendo un valor de total de \$ 3.588.000 el cual se encuentra detalladamente en el Anexo 5.

Infraestructura adicional y terceros: Se presupuesta el costo mensual y anual del alquiler de posteria con Electrohuila y el servicio de internet por parte del proveedor Azteca, teniendo un total mensual de \$ 10.570.867 y anual \$ 126.850.404 estos

costos no serán contemplados en los gastos iniciales ni anuales debido a que la empresa Energoss Tech ya tiene contratados estos servicios con otros proyectos propios de la empresa, el detalle de estos costos se puede observar en el Anexo 6.

Gestión de permisos administrativos: En este apartado se contemplan algunos trámites y permisos necesarios para la implementación de este proyecto tanto con el MINTIC como directamente con la alcaldía de Villavieja y algunos imprevistos adicionales en temas administrativos teniendo como total \$ 7.000.000 los cuales se incluirán en los gastos iniciales, el detalle de estos costos se puede observar en el Anexo 6.

7.5.4 Ingresos del proyecto

La estimación de los ingresos proyectados para este proyecto se debe determinar a partir de la sumatoria de los clientes mensuales que contraten el servicio de internet.

Teniendo en cuenta que la red que fue diseñada para brindar una cobertura del 100% al territorio y que la cantidad de población total es de 777 hogares de los cuales el 73% o 570 clientes apoyan este proyecto en el municipio de Villavieja, se proponen tres escenarios para determinar los ingresos estimados.

Primer escenario se denominará “Pesimista” el cual sería el esperado para el primer año, debido a que es un producto nuevo en esta zona y la cantidad de tentativa estaría entre los 29 y 103 clientes.

Segundo escenario se denominará “Normal”, en el cual el producto ya sería conocido por la población, el cual estaría con un rango tentativo de 108 a 137 clientes.

Tercer escenario se denominará “Optimista” con un rango tentativo superior a los anteriores teniendo en cuenta que tanto el producto como la empresa Energoss Technology se espera sean acogidos con éxito por la zona, con un rango 143 a 171 clientes.

Posibles escenarios a lo largo de cinco años:

- Primer año: Escenario pesimista, rango de clientes 29 a 103.
- Segundo año: Combinación de escenario pesimista y normal, rango de clientes 29 a 137.
- Tercer año: Escenario normal, rango de clientes 108 a 137.

- Cuarto año: Combinación de escenario normal y optimista, rango de clientes 108 a 171.
- Quinto año: Escenario optimista, rango de clientes 143 a 171.

7.5.5 Depreciación

Para determinar la depreciación de un activo teniendo en cuenta un valor residual diferente para cada año se conoce como el Método de Depreciación con Valor Residual Cambiante. Este método es más complejo que el método de depreciación lineal tradicional, donde se asume un único valor residual al final de la vida útil del activo.

En el Método de Depreciación con Valor Residual Cambiante, se estima un valor residual específico para cada año de la vida útil del activo. Esto puede ser relevante cuando se espera que el valor residual varíe con el tiempo debido a consideraciones específicas del activo o del mercado, o cuando se tiene información más precisa sobre el valor esperado del activo al final de cada año.

Proceso general del Método de Depreciación con Valor Residual Cambiante:

Se identifica el valor residual esperado para cada año de la vida útil del activo. Esto puede basarse en consideraciones de mercado, cambios tecnológicos, obsolescencia, condiciones económicas, o cualquier otro factor relevante.

Se calcula la depreciación anual para cada año utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Depreciación anual} = (\text{Costo inicial} - \text{Valor residual para el año}) / \text{Vida útil restante}$$

Se actualiza el valor en libros del activo al final de cada año restando la depreciación acumulada.

Se repite el proceso para cada año de la vida útil del activo.

Este método permite una mayor precisión al estimar la depreciación de un activo, ya que tiene en cuenta las variaciones en el valor residual año tras año. Sin embargo, es más complejo de implementar, ya que requiere información detallada sobre los valores residuales esperados para cada año, lo que puede ser difícil de determinar en algunas situaciones.

Cálculo de la depreciación de equipos de ofimáticos y de seguridad industrial:

Para la implementación de este proyecto se utilizará el Método de Depreciación con Valor Residual Cambiante.

Costo total de los activos (equipos de cómputo y equipos de seguridad) = \$22,088,000

Vida útil proyectada = 5 años

Valor residual (al final de la vida útil) = \$0

Cálculos:

Para calcular la depreciación anual, utilizamos la fórmula de la depreciación de línea recta con valor residual:

$$\text{Depreciación anual} = (\text{Costo inicial} - \text{Valor residual}) / \text{Vida útil}$$

$$\text{Depreciación anual} = (\$22,088,000 - \$0) / 5 \text{ años}$$

Calculando la depreciación anual:

$$\text{Depreciación anual} = \$22,088,000 / 5 \text{ años}$$

$$\text{Depreciación anual} \approx \$4,417,600$$

Ahora, para calcular la depreciación con valor residual para cada año, necesitamos considerar que el valor residual se mantiene constante al final de cada año. Aquí está el cálculo para cada año:

Año 1:

$$\text{Depreciación año 1} = \text{Costo inicial} * (1 / \text{Vida útil})$$

Año 2:

$$\text{Depreciación año 2} = (\text{Costo inicial} - \text{Depreciación año 1}) * (1 / \text{Vida útil})$$

Y así sucesivamente para los años restantes.

Cálculos específicos para cada año:

Año 1:

$$\text{Depreciación año 1} = \$22,088,000 * (1 / 5) = \$4,417,600$$

Año 2:

$$\text{Depreciación año 2} = (\$22,088,000 - \$4,417,600) * (1 / 5) = \$3,533,280$$

Año 3:

$$\begin{aligned}\text{Depreciación año 3} &= (\$22,088,000 - \$4,417,600 - \$3,533,280) * (1 / 5) \\ &= \$2,826,624\end{aligned}$$

Año 4:

$$\begin{aligned}\text{Depreciación año 4} \\ &= (\$22,088,000 - \$4,417,600 - \$3,533,280 - \$2,826,624) \\ &* (1 / 5) = \$2,261,299.20\end{aligned}$$

Año 5:

$$\begin{aligned}\text{Depreciación año 5} \\ &= (\$22,088,000 - \$4,417,600 - \$3,533,280 - \$2,826,624 \\ &- \$2,261,299.20) * (1 / 5) = \$1,809,039.36\end{aligned}$$

Estos valores representan la depreciación con valor residual para cada uno de los 5 años. La depreciación se mantiene constante cada año, y el valor residual es cero al final de la vida útil de 5 años de los activos.

7.5.6 Criterio de rentabilidad por parte de la empresa Energos

Technology S.A.S

El criterio de Energos Technology S.A.S de buscar proyectos que ofrezcan una rentabilidad del 30% es un punto crucial en la evaluación de la viabilidad del proyecto de despliegue de fibra óptica en el casco urbano de Villavieja. Esta tasa de rendimiento esperada del 30% refleja la cuidadosa manera de seleccionar inversiones que compensen adecuadamente el riesgo asumido y generen un retorno sólido.

Al aplicar este criterio al proyecto de fibra óptica, es esencial considerar tanto el valor presente neto (VPN) como la tasa interna de retorno (TIR) del proyecto. Estos indicadores financieros proporcionarán una visión integral de la viabilidad financiera y la alineación con el objetivo del 30% de rentabilidad.

Puntos que considerar al aplicar este criterio al proyecto de fibra óptica en Villavieja:

Evaluación Financiera: Es crucial calcular el VPN y la TIR específicos para el proyecto de fibra óptica en Villavieja. Estos indicadores permitirán determinar si el proyecto puede alcanzar o superar la rentabilidad deseada del 30%.

Análisis de Riesgo: El riesgo asociado al despliegue de fibra óptica, como la demanda esperada, la competencia, las condiciones del mercado y la infraestructura necesaria, debe ser cuidadosamente evaluado y considerado al aplicar el criterio del 30%.

Plazos de Retorno y Estrategia: Además de la rentabilidad, se deben considerar los plazos de recuperación de la inversión y cómo el proyecto de fibra óptica se alinea con los objetivos estratégicos de la empresa y su crecimiento a largo plazo.

Flexibilidad: A medida que avanza el proyecto, es importante mantener una evaluación continua de la rentabilidad en función de los datos reales y los cambios en las condiciones del mercado. La flexibilidad para ajustar las proyecciones y estrategias es esencial.

Diversificación e Impacto: El despliegue de fibra óptica en Villavieja puede ser una parte importante de la estrategia de la empresa, pero también es esencial considerar la diversificación de la cartera de proyectos y el impacto potencial en el mercado local.

En resumen, el criterio del 30% de rentabilidad es un factor fundamental en la decisión de inversión en el proyecto de fibra óptica en el casco urbano de Villavieja. Sin embargo, se deben evaluar cuidadosamente todos los aspectos financieros y estratégicos para tomar decisiones informadas que respalden el crecimiento y éxito de Energos Technology S.A.S en el sector de las telecomunicaciones.

7.5.7 Flujo de efectivo para el proyecto

En el contexto de este proyecto, se plantea la consideración de un escenario inicial en el cual toda la inversión requerida para llevar a cabo la implementación del proyecto recae de manera exclusiva sobre la empresa Energos Technology S.A.S. Esta decisión estratégica se toma con el propósito de mantener un margen de rentabilidad objetivo del 30%, el cual se perfila como un umbral que asegura la viabilidad y el potencial retorno económico del proyecto.

Se tienen en cuenta una serie de parámetros fundamentales que han sido previamente tratados. Estos parámetros incluyen tanto los ingresos proyectados reflejados en el Anexo 9, como los egresos estimados, abarcando aspectos esenciales como los costos operativos, la inversión necesaria en infraestructura y

tecnología, así como los posibles impactos tributarios. Además, se considera la depreciación de los activos involucrados en el proyecto, lo cual juega un papel significativo en el análisis financiero a largo plazo.

Tomando en consideración estos elementos, se procede al cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR). Esta métrica, que refleja la tasa de rendimiento generada por el proyecto, se establece en un 8,36705% al aplicar una Tasa de Descuento (TIO) del 30%. Este cálculo permite evaluar la rentabilidad del proyecto, considerando el costo del capital y los flujos de efectivo esperados a lo largo del tiempo.

El resultado de la evaluación del proyecto bajo este escenario arroja un Valor Presente Neto (VPN) de -\$64.680.693. Este valor negativo de la VPN sugiere que, en las condiciones planteadas, los flujos de efectivo futuros no son suficientes para cubrir la inversión inicial y los costos operativos asociados. Es importante señalar que este análisis financiero proporciona una visión crítica sobre la viabilidad económica del proyecto bajo estas premisas y condiciones específicas, el detallado de estos cálculos se encuentran en el Anexo 10.

Por otra parte, surge un segundo escenario para la implementación de este proyecto. En este caso, con el objetivo de cumplir con el requisito de rentabilidad del 30% establecido por Energos Technology S.A.S, se contempla llevar a cabo la implementación mediante la obtención de patrocinios provenientes del sector público. Los cálculos necesarios para esta situación están detallados en el Anexo 11, donde se establece que los aportes se distribuyen en un 47% por parte de una entidad pública y un 53% por parte de Energos Technology S.A.S.

Este planteamiento resulta en una Tasa Interna de Retorno (TIR) y una Tasa de Descuento (TIO) ambas establecidas en un 30%. Además, se obtiene un Valor Presente Neto (VPN) de \$2,730. Este segundo escenario se muestra como un panorama prometedor, ya que satisface los requisitos de rentabilidad establecidos. Sin embargo, es importante señalar que la viabilidad de esta opción está condicionada a la colaboración y patrocinio por parte de una entidad pública.

8. CONCLUSIONES

- Tras un análisis detallado de los flujos de efectivo a una tasa de descuento del 30%, se ha evaluado la viabilidad financiera del proyecto de implementación de una red FTTH en Villavieja. Los cálculos revelan un Valor Presente Neto (VPN) negativo para la inversión inicial de -\$138,975,000, lo que sugiere falta de rentabilidad bajo estas condiciones. Para lograr un VPN de 0 y hacer viable la inversión, se requeriría un aporte gubernamental considerable, aproximadamente el 47% de la inversión inicial, según los cálculos. Esta conclusión destaca la importancia de la inversión gubernamental en proyectos de esta envergadura y la necesidad de análisis detallados de beneficios a largo plazo y planificación para asegurar impacto y sostenibilidad.
- La implementación de una red de fibra óptica de alta calidad en el municipio de Villavieja promete impactos positivos tanto para turistas como para los habitantes locales. Para los visitantes, la red brindará conectividad fluida y enriquecerá la experiencia turística, atrayendo más viajeros. Para los residentes, la red mejorará la calidad de vida al proporcionar acceso a educación en línea, oportunidades de trabajo remoto y servicios de salud a distancia. En conjunto, este proyecto aseguraría una transformación significativa que impulsará el desarrollo económico y tecnológico del municipio.
- La implementación de una red de fibra óptica en el Desierto de la Tatacoa se considera inviable debido a que esta área está designada como un espacio protegido, y cualquier forma de intervención que cause impactos negativos no está permitida por parte de las autoridades municipales. Por otro lado, el despliegue de la red en el casco urbano es prometedor debido a la distribución poblacional y la infraestructura existente

9. REFERENCIAS

Chomycz Bob Instalaciones de fibra óptica: Fundamentos, Técnicas y aplicaciones. [Libro]. - Mexico : Mc Graw Hill, 1998.

Dussán L Boletín Estadístico Consolidado [Informe]. - 2020.

FOA La Asociación de fibra óptica [En línea]. - 2021. -

<https://www.thefoa.org/ESP/Cable.htm#:~:text=Los%20cables%20de%20estructura%20holgada%20son%20los%20m%C3%A1s%20utilizados%20en,para%20el%20bloqueo%20del%20agua..>

Martínez A. y Rodríguez G. Prefactibilidad para el Diseño de la Red FTTH, Según las Condiciones de la Infraestructura en el Barrio la Capilla del Municipio de Soacha Cundinamarca Colombia. [Informe]. - 2020.

Pierri Jorge Comisión Interamericana de Telecomunicaciones. [En línea] //

Comisión Interamericana de Telecomunicaciones.. - Abril de 2010. -

https://www.oas.org/es/citel/infocitel/2010/abril/ftth_e.asp.

Promax Tipos de conectores de fibra óptica: Guía sencilla. [En línea]. - 2023. -

<https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/>.

RedHuila Villavieja [En línea]. - 2023. - <https://redhuila.com/villavieja-2/>.

Sirhuila Villavieja, Huila. Información General. [En línea]. - 2023. -

<https://www.sirhuila.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/37-Villavieja.pdf>.

10. ANEXOS

Anexo 1 Costos Nomina Etapa de Diseño

Costos Nomina Etapa de Diseño				
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
Ingeniero de Factibilidades	1	Salario Mensual	\$ 2.200.000	\$ 2.200.000
Auxiliar tecnico	2	Salario Mensual	\$ 1.400.000	\$ 2.800.000
Ingeniero de Diseño	1	Salario Mensual	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
Dibujante	1	Salario Mensual	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Camioneta - Mantenimiento	1	Mantenimiento Mensual	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Auxiliar Administrativo	1	Salario Mensual	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000
Personal de Aseo	1	Salario Mensual	\$ 1.160.000	\$ 1.160.000
			Costo Mensual	\$ 13.560.000
			Costo 2 Meses	\$ 27.120.000

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2 Costos nomina etapa de operación del proyecto

Costos nomina etapa de operación del proyecto				
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
Tecnico Instalador	2	Salario Mensual	\$ 1.600.000	\$ 3.200.000
Auxiliar Instalacione	2	Salario Mensual	\$ 1.400.000	\$ 2.800.000
Ingeniero de Aprovevisionamiento	1	Salario Mensual	\$ 2.200.000	\$ 2.200.000
Camioneta - Mantenimiento	1	Mantenimiento Mensual	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Auxiliar Administrativo	1	Salario Mensual	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000
Personal de Aseo	1	Salario Mensual	\$ 1.160.000	\$ 1.160.000
			Costo Mensual	\$ 11.760.000
			Costo Anual	\$ 141.120.000

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3

Costos arriendo oficina

Costo arriendo oficina				
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
Arriendo oficina	1	Mensual	\$ 400.000	\$ 400.000
Servicios(Luz, Agua, Gas)	1	Mensual	\$ 300.000	\$ 300.000
Gastos de operación(elementos aseo, vigilancia, bebidas)	1	Mensual	\$ 400.000	\$ 400.000
Papelaria	1	Mensual	\$ 100.000	\$ 100.000
			Costo Mensual	\$ 1.200.000
			Costo 2 Meses	\$ 2.400.000
			Costo Anual	\$ 14.400.000

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4

Costo equipos ofimáticos

Costo equipos Ofimaticos				
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
Equipo de computo	4	Unidad	\$ 1.600.000	\$ 6.400.000
Celular con plan de datos	4	Unidad	\$ 700.000	\$ 2.800.000
Impresora	1	Unidad	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000
Mobiliario oficina	1	Unidad	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000
Camara fotografica	1	Unidad	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Dron	1	Unidad	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
			Costo Total	\$ 18.500.000

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5

Costo de equipos de seguridad industrial

Costo equipos de seguridad Industrial				
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
Guantes de Hilaza	20	Unidad	\$ 2.000	\$ 40.000
Cascos	4	Unidad	\$ 30.000	\$ 120.000
Arnes de Seguridad	2	Unidad	\$ 400.000	\$ 800.000
Escalera	1	Unidad	\$ 500.000	\$ 500.000
Equipos de altura	2	Unidad	\$ 500.000	\$ 1.000.000
Extintores	1	Unidad	\$ 120.000	\$ 120.000
Overol	8	Unidad	\$ 40.000	\$ 320.000
Botas de seguridad	4	Unidad	\$ 60.000	\$ 240.000
Chaqueta impermeable	8	Unidad	\$ 50.000	\$ 400.000
Gafas	8	Unidad	\$ 6.000	\$ 48.000
			Costo Total	\$ 3.588.000

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6

Costo infraestructura adicional y terceros

Costo Infraestructura adicional y terceros				
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
Permisos utilizacion infraestructura de terceros - Postes - Electrohuila	40	Mensual	\$ 1.305	\$ 52.200
Carrier Internet - Azteca	1	Mensual	\$ 10.518.667	\$ 10.518.667
			Costo Mensual	\$ 10.570.867
			Costo Anual	\$ 126.850.404

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7

Costo gestión de permisos administrativos

Costo Gestión de permisos administrativos				
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
Tramites Mintic	1	Unidad	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Tramites alcaldia Villavieja	1	Unidad	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Imprevistos	1	Unidad	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
			Costo Total	\$ 7.000.000

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8
Costo de equipos y materiales FTTH

Costo de equipos y materiales FTTH				
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Total
OLT 16 PUERTOS	1	Unidad	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000
Splitter Optico 1:4 - NAP	10	Unidad	\$ 2.000.000	\$ 20.000.000
Splitter Optico 1:16 - NAP	40	Unidad	\$ 140.000	\$ 5.600.000
Fibra Optica 8 Hilos	2	Carrete 1000 m	\$ 1.000.000	\$ 2.000.000
Fibra Optica 24 Hilos	2	Carrete 1000 m	\$ 1.600.000	\$ 3.200.000
Fibra Optica Drop	2	Carrete 1000 m	\$ 300.000	\$ 600.000
Kit de Herramientas	2	Unidad	\$ 800.000	\$ 1.600.000
Fusionadora	1	Unidad	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000
Consumibles	1	Unidad	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
ONU	186	Unidad	\$ 100.000	\$ 18.600.000
			Subtotal	\$ 62.300.000
			IVA 19%	\$ 11.837.000
			Imprevistos	
			Materiales 10%	\$ 6.230.000
			Costo Total	\$ 80.367.000

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9

Ingresos del proyecto en un periodo de 5 años o 60 meses

Periodo (mes)	Demanda	Precio de venta	Aleatorio	Precio de venta total
1	44	\$ 46.906	0,1973	\$ 2.045.125
2	61	\$ 54.998	0,4285	\$ 3.338.910
3	91	\$ 69.102	0,8315	\$ 6.255.714
4	56	\$ 52.599	0,3600	\$ 2.926.464
5	39	\$ 44.949	0,1414	\$ 1.773.797
6	53	\$ 51.384	0,3252	\$ 2.726.836
7	37	\$ 43.698	0,1057	\$ 1.608.927
8	56	\$ 52.612	0,3603	\$ 2.928.616
9	67	\$ 58.011	0,5146	\$ 3.891.384
10	99	\$ 73.165	0,9476	\$ 7.252.129
11	32	\$ 41.473	0,0421	\$ 1.331.932
12	96	\$ 71.823	0,9092	\$ 6.915.323
Total ventas año 1				\$ 42.995.158
13	82	\$ 57.035	0,4867	\$ 4.651.969
14	80	\$ 56.681	0,4766	\$ 4.561.402
15	50	\$ 46.726	0,1922	\$ 2.324.805
16	102	\$ 63.795	0,6799	\$ 6.534.176
17	45	\$ 45.048	0,1442	\$ 2.008.151
18	75	\$ 54.975	0,4279	\$ 4.134.696
19	115	\$ 67.801	0,7943	\$ 7.782.464
20	36	\$ 42.398	0,0685	\$ 1.543.238
21	117	\$ 68.365	0,8104	\$ 7.966.397
22	79	\$ 56.266	0,4647	\$ 4.455.720
23	63	\$ 50.861	0,3103	\$ 3.179.414
24	105	\$ 64.594	0,7027	\$ 6.775.229
Total ventas año 2				\$ 55.917.661
25	137	\$ 74.810	0,9946	\$ 10.237.129
26	130	\$ 66.061	0,7446	\$ 8.561.075
27	109	\$ 41.137	0,0325	\$ 4.481.524
28	118	\$ 51.506	0,3287	\$ 6.053.642
29	121	\$ 55.111	0,4317	\$ 6.642.021
30	108	\$ 40.111	0,0032	\$ 4.335.684
31	117	\$ 50.908	0,3117	\$ 5.958.170
32	136	\$ 73.334	0,9524	\$ 9.945.559
33	128	\$ 64.383	0,6966	\$ 8.254.028
34	110	\$ 42.336	0,0667	\$ 4.654.261
35	119	\$ 53.377	0,3822	\$ 6.356.365
36	134	\$ 71.307	0,8945	\$ 9.550.848
Total ventas año 3				\$ 85.030.305
37	126	\$ 50.048	0,2871	\$ 6.310.419
38	141	\$ 58.234	0,5210	\$ 8.200.658
39	122	\$ 47.815	0,2233	\$ 5.836.710
40	165	\$ 71.483	0,8995	\$ 11.771.031
41	131	\$ 52.889	0,3682	\$ 6.938.943
42	130	\$ 52.178	0,3479	\$ 6.778.923
43	161	\$ 69.350	0,8386	\$ 11.153.493
44	123	\$ 48.087	0,2311	\$ 5.893.411
45	137	\$ 56.091	0,4598	\$ 7.682.555
46	146	\$ 61.131	0,6038	\$ 8.927.391
47	129	\$ 51.569	0,3305	\$ 6.643.324
48	128	\$ 51.202	0,3201	\$ 6.562.287
Total ventas año 4				\$ 92.699.144
49	151	\$ 50.601	0,3029	\$ 7.665.114
50	168	\$ 71.655	0,9044	\$ 12.061.195
51	169	\$ 72.489	0,9283	\$ 12.249.947
52	151	\$ 50.596	0,3028	\$ 7.664.212
53	156	\$ 55.837	0,4525	\$ 8.692.178
54	153	\$ 52.674	0,3621	\$ 8.066.528
55	153	\$ 52.374	0,3536	\$ 8.008.022
56	166	\$ 69.113	0,8318	\$ 11.492.866
57	163	\$ 65.033	0,7152	\$ 10.602.081
58	158	\$ 59.111	0,5460	\$ 9.356.508
59	151	\$ 49.845	0,2813	\$ 7.520.472
60	150	\$ 48.148	0,2328	\$ 7.199.027
Total ventas año 5				\$ 110.578.151
Total ventas				\$ 387.220.419

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10

Viabilidad neta

DESCRIPCION / AÑOS	0	1	2	3	4	5
Ingresos por ventas		\$ 42.995.158	\$ 55.917.661	\$ 85.030.305	\$ 92.699.144	\$ 110.578.151
Egresos		-\$ 24.988.000	-\$ 26.237.400	-\$ 27.549.270	-\$ 28.926.734	-\$ 30.373.070
Depreciacion 20%		-\$ 4.417.600	-\$ 3.534.080	-\$ 2.827.264	-\$ 2.261.811	-\$ 1.809.449
Flujo de caja antes de impuestos		\$ 13.589.558	\$ 26.146.181	\$ 54.653.771	\$ 61.510.599	\$ 78.395.632
Impuestos 20.5%		\$ 2.785.859	\$ 5.359.967	\$ 11.204.023	\$ 12.609.673	\$ 16.071.104
Flujo de caja despues de impuestos		\$ 10.803.699	\$ 20.786.214	\$ 43.449.748	\$ 48.900.926	\$ 62.324.527
Inversion inicial 100%	-\$ 138.975.000					
Flujo de caja neto	-\$ 138.975.000	\$ 10.803.699	\$ 20.786.214	\$ 43.449.748	\$ 48.900.926	\$ 62.324.527
TIR	8,36705%					
TIO	30%					
VPN	-\$ 64.680.693					

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 11

Viabilidad con apoyo del sector público

DESCRIPCION / AÑOS	0	1	2	3	4	5
Ingresos por ventas		\$ 42.995.158	\$ 55.917.661	\$ 85.030.305	\$ 92.699.144	\$ 110.578.151
Egresos		-\$ 24.988.000	-\$ 26.237.400	-\$ 27.549.270	-\$ 28.926.734	-\$ 30.373.070
Depreciacion 20%		-\$ 4.417.600	-\$ 3.534.080	-\$ 2.827.264	-\$ 2.261.811	-\$ 1.809.449
Flujo de caja antes de impuestos		\$ 13.589.558	\$ 26.146.181	\$ 54.653.771	\$ 61.510.599	\$ 78.395.632
Impuestos 20.5%		\$ 2.785.859	\$ 5.359.967	\$ 11.204.023	\$ 12.609.673	\$ 16.071.104
Flujo de caja despues de impuestos		\$ 10.803.699	\$ 20.786.214	\$ 43.449.748	\$ 48.900.926	\$ 62.324.527
Inversion inicial EnergosTech 53%	-\$ 74.291.577					
Inversion Publica 47%	\$ 64.683.423					
Flujo de caja neto	-\$ 74.291.576,76	\$ 10.803.699	\$ 20.786.214	\$ 43.449.748	\$ 48.900.926	\$ 62.324.527
TIR	30%					
TIO	30%					
VPN	\$ 2.730					

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 12

Resultados de la encuesta

Encuesta Energostech FFTX				
¿cual es el genero del entrevistado	HOMBRE		MUJER	
	7		15	
¿Cuál es su rango de edad?	18-26	27-37	38-48	49+
	7	7	4	4
Nivel educativo	Analfabeta	Primaria	Secundaria	Profesional
	0	12	9	1
¿Labora actualmente?	SI		NO	
	22		0	
Ocupacion	Empleado		Independiente	
	14		8	
¿Con cuáles de los siguientes servicios cuenta actualmente?	Internet-telefonía-TV	Internet-Telefonía	TV	Ninguno
	4	12	3	3
¿Cuál es su proveedor de internet actualmente?	Te conecta		Syscom	
	8		14	
Cuantos dispositivos en su hogar se conectan a internet.	1 a 3	4 a 6	7+	Ninguno
	2	2	15	3
¿Al contratar un servicio de internet, para usted es más importante?	Menor precio	Mayor velocidad	Mejor servicio al cliente	Disponibilidad (Calidad en el servicio)
	4	5	5	8
¿Cuál es la velocidad de internet de su plan contratado?	5 a 10	10 a 20	30 a 50	No sabe que velocidad tiene contratada.
	3	7	2	10
¿Cuál es el uso principal para su internet actualmente contratado?	Educación	Trabajo	Entretenimiento	totas las anteriores.
	5	14	1	2
¿Cómo considera la disponibilidad del servicio de internet contratado?	Malo	Regular	Bueno	Excelente
	5	7	6	4
Conocimiento de la tecnología FIBRA OPTICA (FFTX) en Villaveja.	Si		No	
	0		22	
Estaría interesado en apoyar un nuevo proyecto que pretende mejorar la calidad de internet en el municipio de Villaveja.	Si		No	
	16		6	

Fuente: Elaboración propia.