



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



Recibo de pago N° 741911

Visto el Informe N° 018-2025-PIEO-UI-FIMEE-UNSLG, emitido la operaria del sistema de antiplagio se emite la siguiente constancia:

N° 015-2025

CONSTANCIA

El que suscribe, director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica, hace constar que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud de la **Tesis** cuyo título es:

DISEÑO DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA PARA MEJORAR EL SERVICIO DE BANDA ANCHA EN EL ANEXO LA PRIMAVERA, DISTRITO DE IMPERIAL, CAÑETE, 2023

Presentado por:

GUTIERREZ CONDOR, MIREYA MARY

BACHILLER de la Facultad INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA – Escuela Profesional de INGENIERÍA ELECTRÓNICA. El resultado obtenido es un porcentaje de DOS POR CIENTO (2%), por el cual se le otorga el calificativo de:

APROBADO

Se adjunta al presente, el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 03 de Febrero del 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. José Luis Donayre Pasache
DIRECTOR DE UNIDAD

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



Diseño de una red de fibra óptica para mejorar el servicio de banda
ancha en el anexo La Primavera, distrito de Imperial, Cañete, 2023

Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

TESIS

MIREYA MARY GUTIERREZ CONDOR

Ica, Perú

2024

DEDICATORIA

A Dios por iluminar mi vida en el seno de una familia unida, llena de amor, trabajo y fe.

A mis queridos padres por haber sembrado en mí el espíritu de superación, brindándome amor, fortaleza, ejemplo y comprensión, enseñándome que la vida es una constante lucha.

A mis queridos abuelitos que con su apoyo constante comparten las dificultades y triunfos de mi vida.

A mi querida abuela Marcelina, quien me cuidó desde el cielo y me acompañó por siempre.

AGRADECIMIENTO

Al asesor Ing. Wilmer Román Munive por su apoyo constante y por confiar en mí, para realizar este trabajo, por haber sido muy paciente y haber sido esa persona que con sus directrices pudo explicar aquellos detalles para culminar mi tesis.

A mis queridos hermanos por su alegría, cariño y confianza que me impulsan para salir adelante, además de saber que mis logros también son suyos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	IV
INDICE DE TABLAS	VII
INDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Situación Problemática.....	2
1.2. Formulación del Problema	2
1.2.1. Problema General.....	3
1.2.2. Problemas Específicos.....	3
1.3. Justificación e Importancia De La Investigación	3
1.3.1. Justificación	3
1.3.2. Importancia	4
1.4. Marco Teórico.....	5
1.4.1. Antecedentes de la investigación.....	5
1.4.1.1. Antecedentes Internacionales.....	5
1.4.1.2. Antecedentes Nacionales	6
1.5. Bases teóricas	7
1.5.1. Fibra óptica	7
1.5.2. Fundamento (estructura básica de la FO).....	8
1.5.3. Fibra Óptica Multimodo	10
1.5.4. Fibra Óptica Monomodo.....	11

1.5.5.	Beneficios de la fibra óptica	12
1.5.6.	Inconvenientes de la fibra óptica	13
1.5.7.	Fundamentos físicos de las fibras ópticas	13
1.5.7.1.	Espectro Electromagnético	13
1.5.7.2.	Fibra óptica	14
1.5.7.3.	Longitudes de onda	15
1.5.7.4.	Ancho de banda.....	16
1.5.8.	Redes inalámbricas.....	22
1.5.9.	Tecnologías inalámbricas.....	22
1.5.10.	Pros y contras de las redes inalámbricas.....	23
1.6.	Marco Conceptual	25
1.6.1.	Sistemas de Transmisión	25
1.6.2.	Cabecera Interna	25
1.6.3.	Planta Externa	26
1.6.4.	NAP (Network Access Point).....	26
1.6.5.	ONT	26
1.6.6.	Splitters.....	26
1.6.7.	GPON	26
1.6.8.	Ancho de banda.....	27
1.6.9.	Cable de Fibra Óptica	27
1.6.10.	Microondas terrestres.....	27
1.6.11.	Los satélites de microonda.	27
1.6.12.	Infrarrojos.	27
1.6.13.	Ondas de radio.....	28
1.7.	Objetivos.....	28
1.7.1.	Objetivos generales	28
1.7.2.	Objetivos específicos	28
1.8.	Hipótesis y variables de investigación	28
1.8.1.	Hipótesis	28
1.8.1.1.	Hipótesis general	28
1.8.1.2.	Hipótesis específica	29
1.9.	Variables de la Investigación.....	29
1.9.1.	Variable independiente	29
1.9.2.	Variable dependiente	29
1.9.2.1.	Operacionalización de las variables	30
II.	ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	31

2.1.	Tipo, nivel y diseño de investigación	31
2.1.1.	Tipo de Investigación	31
2.1.2.	Nivel de Investigación	31
2.1.3.	Diseño de Investigación	31
2.2.	Población y muestra.....	31
2.2.1.	Población:.....	31
2.2.2.	Muestra.....	32
2.3.	Técnicas de recolección de datos.	32
2.4.	Instrumentos de Recolección de Datos	32
2.5.	Técnica de Procesamiento, análisis e interpretación de datos	33
III.	RESULTADOS	34
3.1.	Detalle del trabajo de campo.....	34
3.1.1.	Particularidades Geopolíticas.....	34
3.1.1.1.	Geografía y jurisdicción geopolítica.....	34
3.2.	Ingeniería de detalle.....	36
3.2.1.	Planteamiento de trabajo.	36
3.2.2.	Levantamiento de la portería de las redes eléctricas.....	36
3.2.3.	Longitud máxima de la flecha.....	38
3.2.4.	Red de Transporte óptico.....	39
3.2.5.	Evaluación de los postes por altura.....	40
3.2.6.	Dimensionamiento de la capacidad de la red	41
3.2.7.	Elección de dispositivos y marca disponible en el mercado	43
3.2.7.1.	OLT Motorola AXS 1800	43
3.2.7.2.	ODF (Optical Fiber Distribution)	45
IV.	DISCUSION DE LOS RESULTADOS.....	46
V.	CONCLUSIONES	47
V.	RECOMENDACIONES	48
VI.	BIBLIOGRAFÍA.....	49
VII.	ANEXOS	51

INDICE DE TABLAS

TABLA I DIMENSIÓN DE UNA FIBRA MULTIMODO.....	10
TABLA II DIMENSIÓN DE UNA FIBRA MONOMODO.....	11
TABLA III OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	30
TABLA IV DATOS GEOGRÁFICOS DEL DISTRITO DE IMPERIAL	35
TABLA V CARACTERÍSTICAS DEL CABLE/SPAN	38
TABLA VI LONGITUD MÁXIMA DE FLECHA DEL CABLE.....	38
TABLA VII DATOS TÉCNICOS DEL DISTRITO DE IMPERIAL	39
TABLA VIII DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN FIBRA ÓPTICA	41
TABLA IX SERVICIO UPSTREAM	42
TABLA X REQUERIMIENTO PARA UN ONT.....	43
TABLA XI CARACTERÍSTICAS DE OLT MOTOROLA AXS 1800	44
TABLA XII ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ODF TELNET 19/21 DE 1 UA	45
TABLA XIII VALIDEZ DEL INSTRUMENTO TEMA: DISEÑO DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA PARA MEJORAR EL SERVICIO DE BANDA ANCHA EN EL ANEXO LA PRIMAVERA, DISTRITO DE IMPERIAL, CAÑETE, 2023.....	60

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Fibra óptica.	7
Fig. 2. Estructura básica de la fibra óptica.	8
Fig. 3. Tarifa real. Pelo de fibra. F.O. Modo singular.	9
Fig. 4. Cable mono fibra.	9
Fig. 5. Cable multi fibra.	10
Fig. 6. Fibra multimodo.	10
Fig. 7. Diámetro del cable multimodo.	11
Fig. 8. Fibra monomodo.	12
Fig. 9. Dimensión de la fibra monomodo de 9um.	12
Fig. 10. Espectro electromagnético.	14
Fig. 11. Fibra óptica.	14
Fig. 12. La luz como onda electromagnética.	16
Fig. 13. Ancho de banda.	16
Fig. 14. Diferencia en el ancho de banda entre los cables de fibra y de cobre.	19
Fig. 15. Cable módem.	20
Fig. 16. Categorización de las redes inalámbricas.	23
Fig. 17. Distrito de Imperial Anexo La Primavera - Cañete.	34
Fig. 18. Anexo: La Primavera - Imperial.	36
Fig. 19. Fibra óptica ADSS.	38
Fig. 20. Flecha máxima entre postes.	39
Fig. 21. Infraestructura eléctrica.	40
Fig. 22. Representación gráfica de la red.	40
Fig. 23. Separación mínima requerida para la instalación del cable de comunicación en relación al cable más cercano.	41

RESUMEN

El presente trabajo se centra en el desarrollo de una red de banda ancha mediante el uso de fibra óptica para brindar acceso a Internet y servicios de telefonía a los habitantes del anexo La Primavera, municipio Imperial, provincia de Cañete. Mediante el análisis demográfico se puede determinar el número de beneficiarios del proyecto y el ancho de banda necesario para el diseño de la red, permitiendo escoger los equipos necesarios para asegurar el funcionamiento óptimo y la transmisión completa de la red y la información relacionada con la misma. La red de transporte óptica estará compuesta por 10 nodos, siendo el distrito Imperial el nodo de agregación. Desde este nodo se extenderá el cable de fibra óptica hasta los puntos de distribución y se realizarán conexiones inalámbricas hasta los lugares designados por el proyecto.

Se ha establecido la distancia entre el nodo de captación y el nodo de distribución, lo que ayudará a seleccionar los equipos de interfaz óptica que cumplan con los requerimientos de diseño y aseguren la calidad de transmisión, brindando un servicio óptimo.

La red de acceso inalámbrico utilizará tecnología LTE para conectarlos en el distrito con sus respectivas áreas en la banda libre de 5.8 GHz. Este proyecto pretende beneficiar a 300 usuarios y se han elegido cuatro instituciones para brindar apoyo, entre ellas escuelas, comisarías y centros de salud para acceder a los servicios de la intranet.

Por último, se mostrará el diseño final y el dispositivo que combinará fibra óptica y redes inalámbricas, ofreciendo así servicios de internet y telefonía a 300 usuarios beneficiados

Palabras clave: Fibra óptica, red de banda ancha, acceso a Internet y servicios de telefonía.

ABSTRACT

This thesis focuses on the development of a Broadband Network using optical fiber, with the aim of optimizing access to Internet and telephone services for the inhabitants of La Primavera annex, located in the district of Imperial, in the Province of Cañete. Through a demographic analysis, it was possible to estimate the number of beneficiaries of the project, as well as determine the bandwidth required for the design of the network, which allowed the selection of the necessary equipment to ensure efficient operation and adequate transport of information. The optical transport network will be composed of ten nodes, with the Imperial district as the Aggregation Node. From this node, the optical fiber will be laid to the Distribution Nodes, which will be connected wirelessly to the localities selected for the project. Likewise, the distances from the Aggregation Node to the Distribution Nodes were calculated, which will facilitate the selection of optical interface equipment that meets the design requirements and guarantees quality transmission, offering an optimal service. The wireless access network will establish connections between each district capital and its respective localities, using LTE technology in the free 5.8 GHz band. In total, 300 localities will benefit from this project, and 4 institutions (schools, police stations, health centers) have been selected to receive the intranet service.

Finally, the final design will be presented along with the equipment that will integrate the fiber optic network and the wireless access network, thus providing Internet and telephone services to the 300 benefited users.

Keywords: Optical fiber, broadband network, Internet access and telephone services.

I. INTRODUCCIÓN

La industria tecnológica vive actualmente un período de cambio constante, en el que las telecomunicaciones se están convirtiendo en un componente cada vez más importante de la vida cotidiana, por esta razón es necesario buscar soluciones para mejorar los servicios de comunicación. Por lo tanto, el distrito de Imperial no puede quedarse al margen de este avance en las telecomunicaciones. El trabajo de investigación está en línea con el plan de desarrollo de infraestructura del gobierno central, que incluye el desarrollo de la red dorsal nacional de fibra óptica (RDNFO), que es una red de fibra óptica que permitirá velocidades más rápidas y un mejor acceso a la información pública. El trabajo de investigación está compuesto por 4 capítulos, en el capítulo I se presenta el problema de investigación, se prepara, se defiende y se define su importancia, alcances y limitaciones, además de brindar sustento teórico.

El capítulo II analiza las estrategias metodológicas, que incluyen el tipo de estudio, diseño, población, tamaño de la muestra, métodos de recolección de datos, técnicas, herramientas y procesamiento estadístico.

El capítulo III presenta los hallazgos, destacando los indicadores geopolíticos, económicos, educativos y de salud, así como el estado actual de la comunicación en la ciudad. El capítulo IV concluye con la presentación y discusión de los resultados.

1.1.Situación Problemática

Actualmente, la sociedad depende mucho de los servicios de Internet dados a través de dispositivos tecnológicos como celulares, computadoras, tablets, equipos electrónicos, etc. Por ello, se puede entender que las telecomunicaciones desempeñen un papel crucial en la cotidianidad de las personas [1].

Según la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), la clasificación de países a nivel mundial tiene a Estados Unidos en el puesto 43 de utilización de ancho de banda de internet en velocidades de kilobits por segundo (kbps) y Perú se halla en la posición 66, bajo el mismo margen de velocidad. Respecto a América Latina, nuestro país ocupa la novena posición, en contraparte lugares como Chile y Uruguay ocupan los primeros puestos debido a que son los que tienen un mayor uso de este servicio [2].

Durante la pandemia del Covid-19 se triplicó la necesidad de conectividad por la gran demanda de las clases virtuales, el trabajo remoto, el comercio en línea, etc. Por este motivo, las empresas de telefonía aumentaron su capacidad del servicio de banda ancha para poder atender a sus usuarios de la manera más óptima. Las principales empresas proveedoras tales como Telefónica del Perú (Movistar) o América Móvil Perú (Claro) hicieron grandes esfuerzos por mantener los anchos de banda interconectados, es por esto que aumentaron la capacidad de esta tecnología llegando a zonas donde antes era inaccesible, zonas remotas o accidentadas donde el desarrollo va de manera lenta [3].

El estudio está centrado en el distrito de Imperial, el cual tiene problemas de conexión en ciertos puntos llamados “zona de sombra” [4], esto se interpreta como sitios que presentan inconvenientes con la conectividad o la poca cobertura y esto hace que los usuarios presenten dificultades tanto de telefonía como de transmisión de datos. Considerando la importancia de que Imperial es un distrito estratégico en la región, la complicación en cuando a la conectividad puede resultar perjudicial para la realización de actividades, trayendo consigo pérdidas económicas a los usuarios, perjudicando así un crecimiento económico por este déficit tecnológico. Es por esta razón que el distrito de Imperial necesita mejorar la disponibilidad de ancho de banda mediante el uso de fibra óptica.

1.2.Formulación del Problema

Actualmente, las tecnologías disponibles ofrecen velocidades de 2Mbps, 4Mbps y 8Mbps; sin embargo, estas cifras siguen representando una limitación en el ancho de banda para los usuarios, y a medida que aumenta la distancia, estas velocidades tienden a disminuir aún más. Los usuarios demandan un servicio más veloz, con mayor capacidad de transmisión y a precios accesibles. En la actualidad, las compañías de telecomunicaciones no están cumpliendo de manera efectiva con las necesidades de los

consumidores. En el distrito de Imperial, las empresas que proporcionan estos servicios se enfocan principalmente en atraer nuevos usuarios o abonados, descuidando la promoción y la información relacionada con la utilización de los avances tecnológicos, transmisión de datos, televisión digital, telefonía, entre varios. Esta situación representa un inconveniente significativo, ya que nos encontramos a merced de estas empresas operadoras, que deberían ofrecer servicios de calidad similares a los que ya se encuentran disponibles en otros países.

1.2.1. Problema General

- **PG.-** ¿Cómo mejora el diseño de una red de fibra óptica el servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial Cañete, 2023?

1.2.2. Problemas Específicos

- **PE1.-** ¿De qué manera el cálculo de los parámetros de la red de fibra óptica mejora el servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial Cañete 2023?
- **PE2.-** ¿De qué manera la selección óptima de equipos de red mejora el servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial Cañete 2023?
- **PE3.-** ¿De qué manera la viabilidad del diseño de red en la zona mejora el servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial Cañete 2023?

1.3. Justificación e Importancia De La Investigación

1.3.1. Justificación

La razón principal de este proyecto es crear una red de fibra óptica que optimice el servicio de ancho de banda y abordar el problema de la baja señal de conexión en áreas con poco desarrollo tecnológico. También es importante destacar la importancia del uso de internet en la actualidad, ya que nos permite estar conectados y facilita el acceso a la información. Sin embargo, muchas personas no pueden disfrutar de este beneficio debido a la escasa cobertura de red. Por lo tanto, se plantea que una ventaja de utilizar la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica es que nos permitiría tener una mejor cobertura de señal en áreas remotas, lo que también facilitaría una mayor comunicación entre las personas. En última

instancia, este estudio permitirá que las personas conozcan más herramientas tecnológicas, lo que fomentará una mejor socialización y comunicación a través de la red.

1.3.2. Importancia

El análisis es crucial ya que demostrará que los nuevos sistemas de información que dependen de la transmisión por fibra óptica presentan cualidades esenciales como la claridad, la flexibilidad, el límite de datos, la velocidad de transmisión y las ventajas en comparación con los avances actuales. Las tecnologías que dependen del cobre, ya sea el enlace coaxial u otros, tienen una velocidad de transferencia que es inversamente proporcional a la distancia. Por otro lado, la fibra óptica ofrece bajas pérdidas de potencia, no se ve muy afectada por la distancia, es segura ante la impedancia electromagnética de recurrencia de radio y tiene una transmisión de información extraordinaria. Por esta razón, el proyecto se enfoca en la caracterización de la red de fibra óptica.

1.4.Marco Teórico

1.4.1. Antecedentes de la investigación

1.4.1.1. Antecedentes Internacionales

Contreras (2022) [5] en su investigación tuvo por finalidad realizar el bosquejo de una malla de fibra óptica con la finalidad de poder abastecer del servicio de Internet en la compañía. Para esta investigación se utiliza la metodología mixta de tipo aplicada básica de diseño no experimental cuyo instrumento de investigación fue cuestionario. Los resultados indican que las cajas de distribución fueron puestas con la finalidad de cubrir totalmente los sitios en las cuales puedan necesitar tiempo de uso de internet usando el medio de comunicación. Se concluyó que la malla que se ha implementado en la localidad de Babahoyo es estudiada con las magnitudes existentes de una red, con la finalidad de obtener una mejor distribución, pues así se obtiene el cumplimiento de los diversos requerimientos de implementación mencionadas para este informe.

Guizado (2019) [6] en su estudio, tuvo por finalidad diseñar una malla con fibra óptica con la finalidad de abastecer el internet en la ciudad de Sucumbíos. En esta investigación, se utilizó un método mixto, aplicado - básica y de diseño no experimental. Los productos se recopilaron de la medición de la calidad del internet en la ciudad y su comparación con la normativa en telecomunicaciones mejorando en 70% la velocidad del internet. Se concluyó que la implementación de las fibras ópticas traerá a la ciudad el progreso tecnológico debido al aumento de la banda ancha. Ruiz (2019) [7] realizó la investigación en el que planteó como finalidad realizar la implementación de nuevas tecnologías mediante fibras ópticas para mejorar en las comunicaciones. Para este estudio, se empleó una metodología de enfoque mixto y de tipo aplicada – básica, cuyo instrumento de análisis fue un cuestionario. Los resultados del VAN y TIR mostraron que el proyecto es factible económicamente, yanque la empresa ahorraría 50 mil dólares anualmente. Se concluyó que la utilización de la fibra óptica beneficiaría a la compañía porque aumentaría su rentabilidad.

1.4.1.2. Antecedentes Nacionales

Janampa en 2019 [4], su investigación se centra en los lineamientos de despliegue de redes de fibra óptica, que se utilizan para seguir un proceso ordenado y honesto.

El estudio también ajusta la planificación de infraestructura nacional del gobierno central para desarrollar las industrias esperadas, un caso es la industria de las telecomunicaciones.

En resumen, el despliegue de una red de fibra óptica permitirá a los residentes de Cerro de Pasco acceder a Internet, telefonía, televisión digital y servicios multimedia, mejorando al mismo tiempo las velocidades de transferencia de datos ADSL anteriores. Esto permitirá a los clientes acceder a un servicio justo y de alta calidad.

Aranguren [8] en 2022, demuestra el proceso de diseño e implementación de una red de fibra óptica utilizando tecnología GPON. Esta red de acceso sigue la arquitectura MPLS con el objetivo principal de conectar a los usuarios finales (clientes) a través de una red 100% de fibra. El Operador ENTEL prestará servicios de Internet y telefonía exclusivamente a empresas ubicadas en grupos empresariales predefinidos. El servicio prestado mantendrá un alto índice de disponibilidad. El operador ENTEL ampliará su portafolio de servicios empresariales, lo que generará nuevas ventas e ingresos para la empresa.

López (2016) [9] asevera que los nuevos sistemas de transmisión de datos basados en cables de fibra óptica tienen las características necesarias como claridad, flexibilidad, capacidad de información, velocidad de transmisión y ventajas sobre las tecnologías actuales.

Mientras que las tecnologías basadas en cobre, ya sean coaxiales o no, tienen un ancho de banda inversamente proporcional a la distancia; En cambio, las fibras ópticas tienen bajas pérdidas, no se ven afectadas significativamente por la distancia y tienen una alta capacidad de transmisión de datos, por lo que la investigación se centra en las características de las redes de fibra óptica. Estas redes son más inmunes a las interferencias electromagnéticas de radiofrecuencia que algunas de las tecnologías instaladas en el Perú. El objetivo de este estudio es determinar el tipo de red más adecuado para el área de Coishco, mientras se diseña una red residencial de fibra óptica, una tecnología importante en los países desarrollados que brindan servicios de

banda ancha como el triple play. Esta red resuelve uno de los mayores problemas del Perú, un déficit de banda ancha que existe desde hace muchos años. Es necesario definir los beneficios y recomendaciones para la instalación, tanto para los clientes como para los proveedores que utilizarán estas nuevas redes, asegurando una inversión de calidad tanto para los clientes como para los proveedores.

1.5. Bases teóricas

1.5.1. Fibra óptica

Los hilos de fibra óptica se utilizan a menudo como medio de transmisión en redes de datos.

Está hecho de fibras muy finas y flexibles de un material transparente, de vidrio o plástico, a través de las cuales se envían pulsos de luz que representan los datos que se transmiten.

Los cables de fibra óptica ofrecen múltiples beneficios en comparación con los cables metálicos, como su resistencia al ruido y mayores velocidades de transmisión. Desde hace tiempo, se usan en sistemas telefónicos y su aplicación se ha expandido a la transmisión de datos, televisión de alta definición, electrónica, aeroespacial, automoción, PLC, CFTV, iluminación, entre otros.

Dada la versatilidad de los cables de fibra óptica, el mercado está cada vez más enfocado en su flexibilidad. Esto ha llevado a un aumento en el uso de sistemas que emplean cables 100% de fibra óptica, redes WDM PON, FTTH, FTTA, FTTB, Passive FTTH y EFM. Estos sistemas integran todos los modelos de comunicación en un único procesamiento electrónico, lo que ha hecho posible la realización del concepto FTTx.

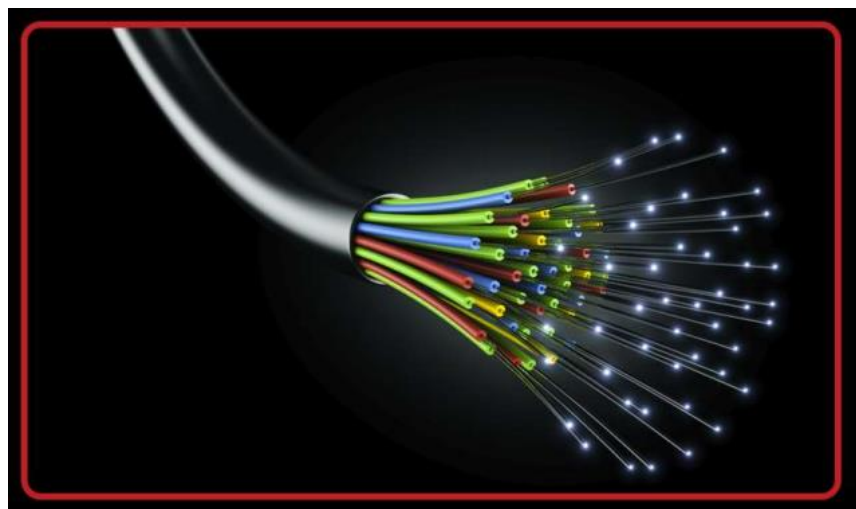


Fig. 1. Fibra óptica.

1.5.2. Fundamento (estructura básica de la FO)

Las fibras ópticas están compuestas por un núcleo de vidrio que permite la transmisión de luz. Este núcleo está cercado por una capa de vidrio conocida como revestimiento, la cual evita que la luz se escape. La técnica de "reflexión interna total" es la responsable de mantener la luz confinada en el núcleo. Asimismo, el revestimiento de polímero proporciona protección al vidrio contra la humedad, la suciedad y posibles daños. El diámetro total de las fibras es de 250 micrómetros, equivalentes a 1/4 de milímetro. [6]

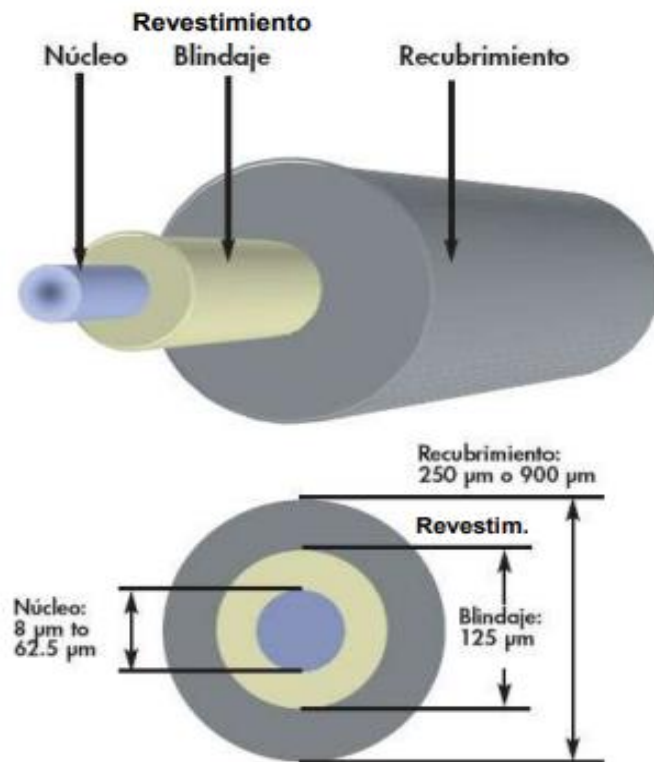


Fig. 2. Estructura básica de la fibra óptica.

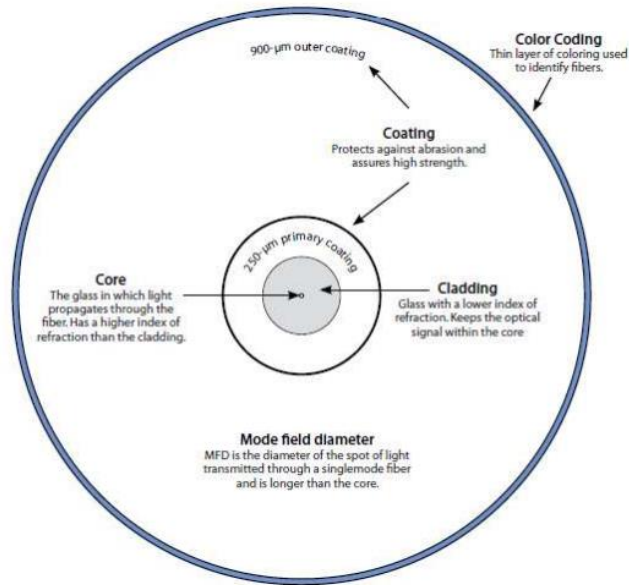


Fig. 3. Tarifa real. Pelo de fibra. F.O. Modo singular.

La fibra óptica por sí sola no es lo suficientemente duradera como para manipularla y exponerla al aire libre. En el cable, éste va protegido con un material de refuerzo capaz de soportar tensiones mecánicas, como la fibra de aramida.

Asimismo, la capa exterior proporciona protección contra elementos ambientales como el polvo y la humedad. Para los cables que experimentan un mayor contacto mecánico, como los multifibras, la sección central incorpora un núcleo de refuerzo axial compuesto por una varilla flexible de fibra de vidrio, la cual está rodeada por tubos que albergan las fibras.



Fig. 4. Cable mono fibra.

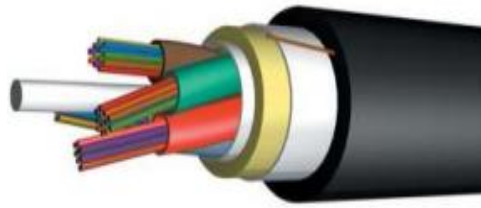


Fig. 5. Cable multi fibra.

1.5.3. Fibra Óptica Multimodo

La fibra óptica, que cuenta con un núcleo de tamaño considerable en relación al diámetro de su revestimiento, facilita que los rayos de luz, al llegar en diferentes ángulos, se desplacen a través del núcleo en varios modos que se propagan simultáneamente. Su proceso de fabricación es bastante simple.

TABLA I
DIMENSIÓN DE UNA FIBRA MULTIMODO

Dimensión de una fibra Multimodo	
Núcleos de 50 - 200 μ m	Se eligieron núcleos de 62.5 μ m y 50 μ m.
Cáscara: de 125 - 400 μ m	Se eligió una cáscara de 125 μ m tanto en el ámbito comercial como técnico.



Fig. 6. Fibra multimodo.

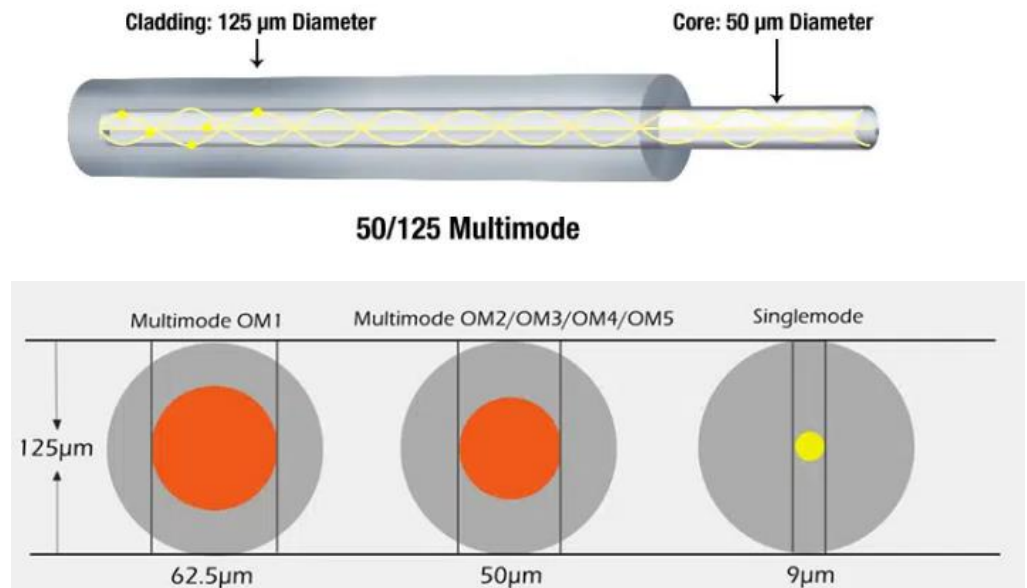


Fig. 7. Diámetro del cable multimodo.

1.5.4. Fibra Óptica Monomodo

Las fibras ópticas monomodo tienen un núcleo pequeño en comparación con el diámetro de la carcasa, lo que permite que los rayos de luz alcancen un ángulo y se propaguen simultáneamente hacia adentro. Esta configuración asegura que únicamente se enfoque el modo fundamental de la repartición magnética o haz axial, lo que previene la dispersión del pulso de luz al reducir al mínimo la trayectoria de la luz en el núcleo. Para conseguir esto, el diámetro del núcleo debe ser muchas veces superior a la longitud de onda de la luz empleada en la transmisión.

TABLA II
DIMENSIÓN DE UNA FIBRA MONOMODO

Dimensión de una fibra Multimodo	
Núcleo de 8 - 10 μm	Se eligió núcleos de 9 μm comercial y técnico
Cáscara: de 125 a 240 μm	Se eligió núcleos de 250 μm comercial y técnico

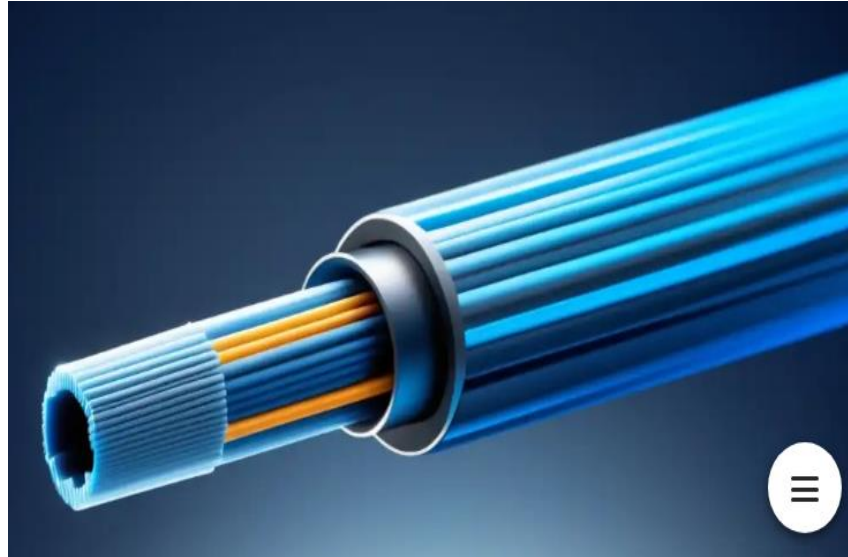


Fig. 8. Fibra monomodo.

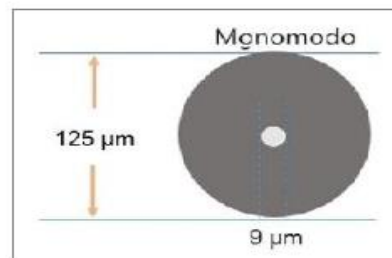


Fig. 9. Dimensión de la fibra monomodo de 9μm.

1.5.5. Beneficios de la fibra óptica

- Las fibras ópticas ofrecen una capacidad superior para la transferencia de datos gracias a su mayor ancho de banda, permitiendo, por ejemplo, hasta 30,000 conexiones de voz a 2.5 Gbit/s por par de fibras.
- Además, garantizan una latencia reducida, lo que resulta crucial para la calidad de servicios interactivos como videojuegos, inteligencia artificial y videoconferencias.
- Además, es inmune a las interferencias porque no genera campos magnéticos que puedan interferir con los cables cercanos.
- La fibra de vidrio y el plástico son materiales aislantes, lo que les confiere resistencia a las interferencias electromagnéticas provenientes, motores eléctricos, lámparas y diversas fuentes de perturbación.
- Esta capacidad de resistencia hace que los cables de fibra óptica sean más seguros, ya que las señales no se ven fácilmente afectadas.
- La baja atenuación de 0,25 dB/km hace que la fibra opere de manera eficiente a largas separaciones sin que la señal se degrade.

- Además, las reducidas dimensiones y el reducido peso facilitan la instalación, ya sea neumática o por tuberías.
- Los bajos costos de operación y mantenimiento combinados con la resistencia a la corrosión y al agua hacen de los cables de fibra óptica una excelente opción.
- Además, al estar hecho de sílice, las materias primas necesarias para producirlo son abundantes.

1.5.6. Inconvenientes de la fibra óptica

- Los propios sistemas de fibra óptica son casi inútiles porque requieren costosas conexiones a la electrónica tradicional.
- Asimismo, en ciertas ocasiones es imprescindible suministrar energía eléctrica a dispositivos que están conectados de manera remota o a fuentes de energía renovable, algo que no es posible realizar con cables de fibra óptica. Por lo tanto, es necesario incorporar cables metálicos al sistema de cableado.
- Las fibras ópticas son delicadas y necesitan herramientas específicas para su empalme y reparación, además de equipos de prueba especializados para realizar mediciones habituales.
- Por otro lado, la reparación de cables de fibra óptica es difícil y costosa, por lo que los técnicos que trabajan con ellos necesitan habilidades y capacitación especiales.

1.5.7. Fundamentos físicos de las fibras ópticas

1.5.7.1. Espectro Electromagnético

Las ondas electromagnéticas se generan cuando fluye corriente. Estas ondas se han utilizado para transmitir información durante casi un siglo porque no requieren conductores metálicos para su propagación y pueden propagarse rápidamente tanto en el vacío como en medios dieléctricos que no son materiales conductores.

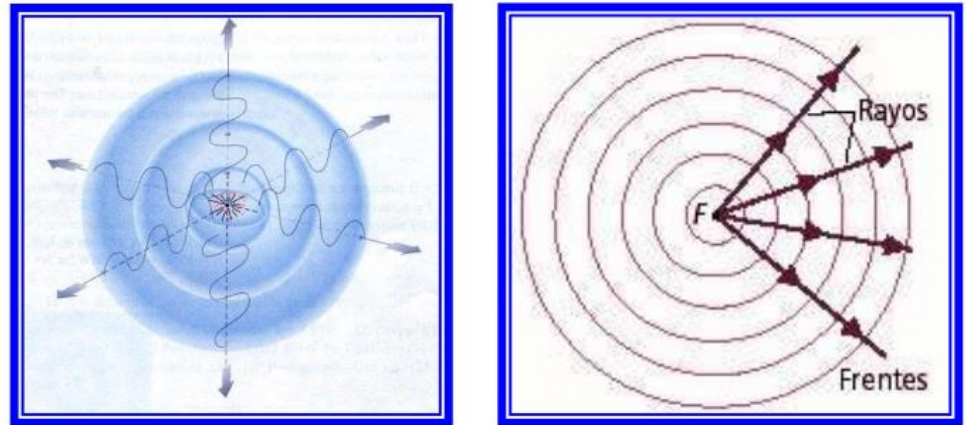


Fig. 10. Espectro electromagnético.

1.5.7.2. Fibra óptica

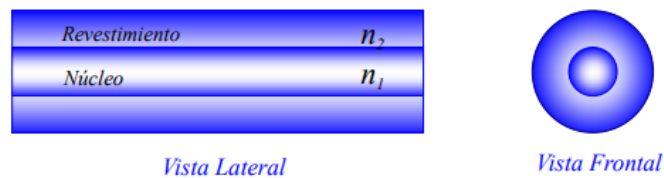


Fig. 11. Fibra óptica.

Consiste en dos cilindros de vidrio coaxiales que poseen índices de refracción n_1 y n_2 , lo que facilita la propagación de la radiación electromagnética entre sus extremos.

Velocidad de la luz

Las ondas electromagnéticas viajan en el vacío a una rapidez de 300,000 km por segundo, conocida como la velocidad de la luz.

Conceptos fundamentales de ondas

Período (T): Es el tiempo que se requiere para completar una fluctuación. (s/ms/ μ s).

Frecuencia eléctrica (F): Representa el número de veces que se repite el período de una señal eléctrica en un segundo. Se mide en hertz (Hz), donde 1 ciclo por segundo equivale a 1 Hz, y también puede expresarse en kilohertz (kHz), milihertz (mHz), gigahertz (GHz) o terahertz (THz). La relación entre frecuencia y período se expresa como $F = 1 / T$.

Longitud de onda (λ): Es la distancia que recorre un ciclo de una señal eléctrica con una frecuencia específica. Este recorrido se realiza a la velocidad de la luz desde el inicio hasta el final. Se mide en metros (m), nanómetros (nm) o micrómetros (μm).

La relación entre longitud de onda, velocidad de la onda y frecuencia se puede expresar como:

$$\lambda = \text{veloc. onda} / F$$

La velocidad de la luz en el vacío es:

$$C_0 = 3.10^8 \text{ m/s}$$

En un medio con un índice de refracción n , la velocidad de propagación de la luz se ajusta a:

$$V = C_0/n$$

$$\lambda = (C_0/n) \cdot f$$

1.5.7.3. Longitudes de onda

La luz y el sonido se componen de ondas vibracionales, lo que les confiere ciertas propiedades. Las longitudes de onda pueden variar en la luz, y las observamos como distintos colores dentro del espectro visible. Estas dimensiones de onda se miden en nanómetros (nm), que equivalen a una milmillonésima parte de un metro. Por ejemplo, los ojos detectan dimensiones de onda entre 420 y 440 nm de tono azul, mientras que las dimensiones de onda más distantes, que oscilan entre 650 y 700 nm, se perciben como rojas.

La luz como onda electromagnética

La luz actúa como una onda electromagnética, que se define como una perturbación periódica de los campos eléctricos ($E \rightarrow$) y magnéticos ($B \rightarrow$) que se desplaza a través del espacio a la rapidez invariable de la luz. Estas ondas son transversales, lo que significa que los campos eléctrico y magnético oscilan en fase y son perpendiculares entre sí, así como a las direcciones en la que se propagan.

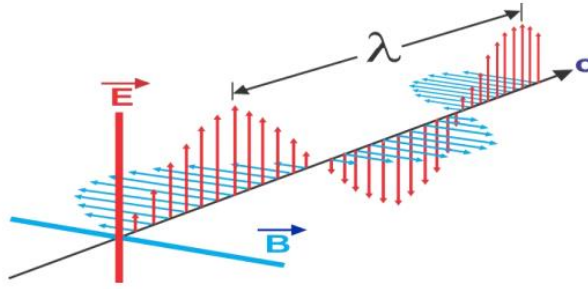


Fig. 12. La luz como onda electromagnética.

Onda Electromagnética: Un campo eléctrico, representado en rojo, y el campo magnético, mostrado en azul, son perpendiculares entre sí y también a la dirección de propagación, señalada por el vector 'C'. Juntos, estos campos generan ondas electromagnéticas.

1.5.7.4. Ancho de banda

El ancho de banda se refiere al rango de frecuencias solicitado para la transmisión adecuada de una señal. Indica la cantidad de datos que puede ser enviada mediante un canal de comunicación en un período de tiempo determinado. En el caso de las transmisiones digitales, se mide en bits por segundo (por ejemplo, 100 Mbit/s), y para las transmisiones analógicas se expresa en ciclos por segundo (frecuencia – Hz). A mayor ancho de banda, mayor será la capacidad para transmitir datos y más rápida será la rapidez de transmisión. [9].

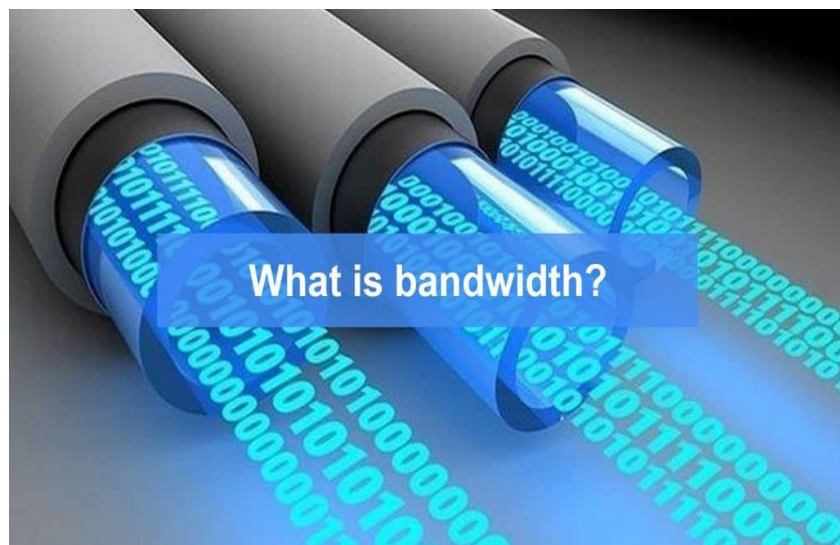


Fig. 13. Ancho de banda.

La capacidad de un sistema de comunicación electrónica para transmitir datos se incrementa a medida que se amplía su ancho de banda.

Para fines de comparación, el ancho de banda de un sistema de comunicaciones analógicamente se suele expresar como una proporción de su frecuencia portadora, un concepto que a menudo se conoce como uso del ancho de banda. Ejemplo, en un sistema de radio VHF que opera a una frecuencia portadora de 100 MHz y tiene un ancho de banda de 10 MHz, El uso del ancho de banda es del 10%. Es evidente que, a medida que la frecuencia portadora aumenta, también lo hace el ancho de banda, lo que incrementa la capacidad de transmisión de datos. En los sistemas de comunicación por fibra óptica, las frecuencias de luz oscilan entre 1×10^{14} y 4×10^{14} Hz (lo que equivale a 100.000 a 400.000 GHz). La utilización del ancho de banda del 10% implica un ancho de banda de entre 10.000 y 40.000 GHz.

¿Por qué es importante el ancho de banda?

Con el incremento en la disposición de ancho de banda, los estudiosos están creando aplicaciones y servicios que necesitan más capacidad que en el pasado. Actualmente, Netflix sugiere una conexión de 25 Mbps para disfrutar de contenido en calidad Ultra HD. Una familia de cuatro personas que transmite en diferentes dispositivos puede llegar a consumir toda la capacidad de una conexión de 100 Mbps en su hogar. El tráfico global de internet, que se ha duplicado cada 2 años, seguirá creciendo rápidamente debido a la creciente adopción de la informática móvil, el uso de teléfonos inteligentes, así como el aumento del *streaming* y los videojuegos, además de la expansión de las redes 4G y 5G. Se espera que 5G, el próximo estándar en tecnología móvil, ofrezca velocidades superiores a 10 Gbps, lo que representa una transferencia de datos hasta 150 veces más rápida que 4G. Este avance será impulsado por la creciente demanda de transmisión de video en alta definición a dispositivos móviles. Además, estamos viendo la llegada de tecnologías como HDTV 3D, 4K e incluso 8K, así como video de realidad virtual (VR). También hay que considerar las innovaciones que requieren un considerable ancho de banda, como el Internet de las cosas (IoT), servicios y aplicaciones entre otros.

¿El ancho de banda es desigual de la rapidez de Internet?

El ancho de banda y la rapidez de Internet son dos conceptos diferentes. La velocidad de Internet indica la rapidez a la que se transfieren la información hacia y desde su dispositivo, y que el ancho de banda indica la cantidad de información que se pueden transferir. Cambiar a una red de fibra óptica puede resultar ventajoso para una empresa cualquiera, ya que ofrece gran velocidad y capacidad de ancho de banda. La conectividad de gran rapidez y el ancho de banda son importantes tanto en las redes Ethernet internas como para las redes WAN externas.

¿Cómo se mide el ancho de banda de la fibra óptica?

El ancho de banda es un factor importante en el tiempo de evaluar la calidad de una red porque determina la eficiencia de la conexión. En las redes de fibra óptica, el número de datos que se pueden remitir a través de un cable se mide en gigabits por segundo (Gbit/s). Por ejemplo, una red con un ancho de banda de 100 gigabits/segundo puede transferir 100 gigabits de datos por segundo.

El ancho de banda máximo teórico de una red se describe a la rapidez máxima de entrega de información en condiciones ideales. Sin embargo, la tasa efectiva es una medida más realista del ancho de banda e indica cuánto tráfico puede soportar adecuadamente una red.

¿Cuál es el ancho de banda máximo para fibra óptica?

Actualmente en el año 2024, el ancho de banda máximo en infraestructura de fibra óptica es de 100 Gbit/s. Sin embargo, se están realizando investigaciones destinadas a mejorar aún más la rapidez como el ancho de banda. En 2021, un grupo de científicos japoneses desarrolló una fibra óptica de cuatro núcleos que alcanzó una asombrosa velocidad de 319 terabits, estableciendo con éxito un nuevo récord mundial. Esto es aproximadamente 7,6 millones de veces la velocidad media de Internet en Norte América.

¿Cuál es la diferencia en el ancho de banda entre los cables de fibra y de cobre?

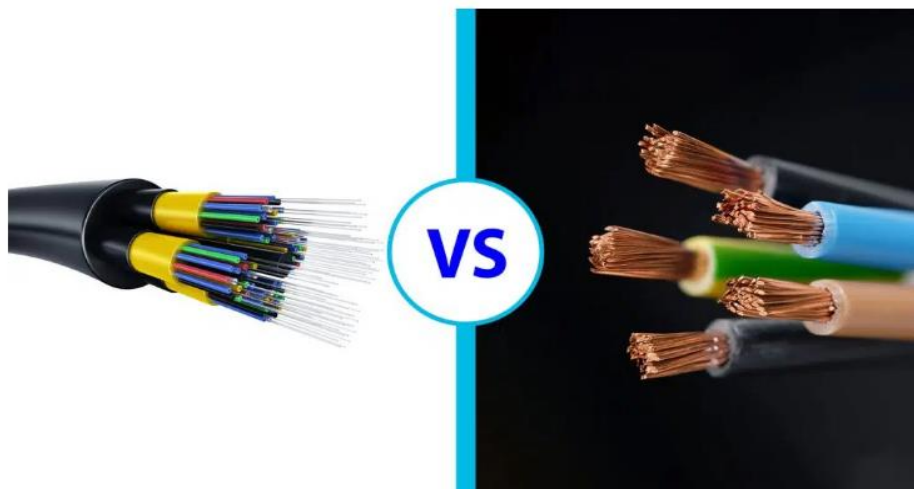


Fig. 14. Diferencia en el ancho de banda entre los cables de fibra y de cobre.

Ahora que sabes cómo medir el ancho de banda de la fibra, comparémoslo con el cable de cobre más habitual.

Uno de los mayores beneficios de los cables de fibra óptica es que pueden transportar muchos más datos (hasta 1000 veces más) que los cables de cobre. Esto se debe a que las señales enviadas mediante cables de fibra óptica son pulsos de luz que viajan más lejos y más rápido que las señales eléctricas.

Los cables de cobre también son más susceptibles a la interferencia de factores como equipos eléctricos y malas condiciones climáticas. Esta interferencia puede causar que la señal se degrade, lo que deriva en una pérdida de datos y reduce la rapidez de transferencia de información.

La fibra óptica no es damnificada por la injerencia de la misma manera, ya que las señales eléctricas utilizadas en el cableado de cobre se interrumpen más fácilmente que las señales de luz utilizadas en los cables de fibra. Esta es la razón por la cual los cables de fibra mantienen estos altos anchos de banda incluso en largas distancias.

¿Cuál es la velocidad de la fibra óptica?

La velocidad de conexión de la fibra óptica es considerada como una de las más rápidas y eficientes actualmente disponible en el mercado. Esto se debe a que utiliza la tecnología de transmisión de datos mediante la luz, lo cual permite una transferencia de información a altas velocidades.

La velocidad máxima de la fibra óptica puede llegar hasta 1 Gbps (Gigabit por segundo), e incluso en algunos casos superar esta cifra. Esta capacidad de transmisión permite realizar descargas de archivos de gran tamaño en cuestión de segundos, ver videos en streaming en elevada definición sin paralizaciones y gozar de una navegación fluida y sin demoras.

Cabe destacar que la velocidad real que se experimenta puede modificar debido a varios factores, como la eficacia de la infraestructura de red, la separación entre el abastecedor de internet y el consumidor, la cantidad de dispositivos conectados simultáneamente, entre otros.

En resumen, la fibra óptica ofrece una alta velocidad de conexión, lo que la transforma en una buena opción para que necesitan una conexión rápida y estable en su hogar o negocio.

¿Qué es un cable módem?

Un cable módem es un equipo que se conecta a una red de cable y proporciona acceso a Internet desde su computadora. Este equipo se une a la red mediante un cable coaxial. El módem se conecta a su computadora o enrutador y le permite utilizar Internet.

El módem en sí es un dispositivo compacto que contiene un chip, un módem y otros componentes importantes. Este chip es responsable de operar el módem y establecer comunicación con la red de cable. El módem es responsable de enviar y recibir datos. Se requieren componentes adicionales, como un adaptador de corriente y un cable coaxial, para que el dispositivo funcione correctamente.

Los cablemódems juegan un papel fundamental en las redes porque conectan a los usuarios a Internet. Sin un módem, no puede acceder a la red.



Fig. 15. Cable módem.

¿Cómo funciona un cable módem?

Un cable módem utiliza un cable coaxial para conectarse a una red de cable y luego a una computadora o enrutador para dar a los beneficiarios acceso a Internet. Una vez conectado, un cable módem envía y recibe datos hacia y desde la red de cable, que luego se envían a su computadora o enrutador para usarlos en Internet. Además, un cable módem se encarga de conectarse a una red de cable y enviar y recibir señales para mantener la conexión. También es responsable de codificar y decodificar datos utilizando protocolos como Ethernet, Wi-Fi y DOCSIS, y transmitir señales para garantizar la estabilidad y mantener la conectividad a la red.

¿Para qué sirve un cable módem?

Un cable módem es un equipo que conecta su computadora o enrutador a Internet mediante un cable. Los cablemódems brindan acceso a Internet de alta velocidad, lo que permite a los beneficiarios navegar por Internet de manera rápida y confiable. Los cablemódems le permiten ver videos en tiempo real, jugar juegos en línea y acceder a Internet de manera eficiente.

Además de acceder a Internet, los cablemódems también se utilizan para conectarse a redes de cable. Empresa que brinda servicios de televisión. Los módems de cable también brindan acceso a servicios VoIP (Voz sobre Protocolo de Internet), que le permiten efectuar llamadas telefónicas mediante de Internet.

Ventajas del cable módem

Hay muchos beneficios al usar un cable módem. Los factores más importantes son la velocidad y la confiabilidad de su conexión. Los cablemódems brindan una conexión mucho más estable y consistente y conexiones más rápidas que otros métodos de acceso a Internet. Esto se debe a que los cablemódems están conectados directamente a la red de cable, lo que proporciona un acceso más rápido y confiable a la red. Otro beneficio de utilizar un cable módem es que le brinda acceso a la red de cable utilizada para su servicio de televisión. Esto ayuda a los usuarios utilizar los servicios de TV más rápido que otros métodos de acceso a Internet. Además, los cablemódems permiten a los usuarios acceder a servicios de VoIP (Voz sobre Protocolo de Internet), lo que les ayuda realizar servicios telefónicos mediante Internet. Esta es una gran ventaja para quienes necesitan realizar llamadas telefónicas a través de Internet.

Finalmente, los cablemódems son fáciles de instalar y configurar. El procesamiento de configuración es muy simple y sólo lleva unos minutos. Por tanto, es una opción ideal para quienes quieran configurar el acceso a Internet de forma rápida y sencilla.

1.5.8. Redes inalámbricas

Se emplean ondas de radio para conectar los equipos, eliminando el requerimiento de cables de cualquier tipo.

Los equipos que comúnmente usan redes inalámbricas abarcan computadoras portátiles, asistentes digitales personales (PDA), de escritorio, netbooks, teléfonos móviles, tabletas y equipos de localización.

Las redes inalámbricas operan de forma análoga a las redes cableadas; no obstante, la señal de información debe transformarse en un formato adecuado para su transmisión sin cables.

El equipamiento inalámbrico se puede configurar a un precio significativamente menor que las soluciones cableadas tradicionales. Sin embargo, los ahorros financieros sólo justifican parcialmente el despliegue de redes inalámbricas. Al brindar a las comunidades locales un de una manera fácil y de bajo costo a la información, pueden beneficiarse claramente del poder de Internet. El acceso a las redes globales de información ahorra tiempo y esfuerzo, lo que permite realizar más trabajo con menos tiempo y esfuerzo, lo que conduce a una mayor prosperidad a nivel local.

Las redes inalámbricas permiten la conexión de equipos remotos independientemente del entorno. A pocos metros o a kilómetros de separación. Todo ello sin necesidad de realizar agujeros en la pared para instalar cables y conectores, lo que contribuye a la creciente popularidad de esta tecnología.

1.5.9. Tecnologías inalámbricas

La selección de redes inalámbricas se divide en 4 grupos determinados en función del área de uso y el rango de señal: redes inalámbricas en el sector del personal (WPAN), redes inalámbricas del sector local (WPAN) y redes inalámbricas del sector metropolitana. WMAN y la Red del sector Amplia de Inalámbrica WWAN. La imagen 9 resalta estas 4 categorías.

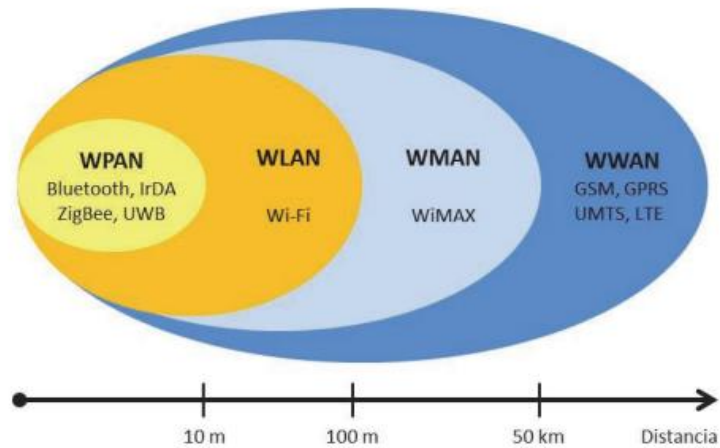


Fig. 16. Categorización de las redes inalámbricas.

Las redes de comunicación inalámbricas se clasifican en: Asimismo, las redes inalámbricas también pueden dividirse en 2 segmentos fundamentales: redes de poco alcance y redes de gran alcance. La red inalámbrica de poco alcance es una red que se encuentra limitada a un área reducida, como, por ejemplo: Dentro de las redes de comunicación local (LAN) en edificios corporativos, campus escolares y universitarios, fábricas, hogares privados y redes personales (PAN) en las que las computadoras portátiles se encuentran muy cerca para la comunicación. Estas redes son establecidas en bandas sin autorización (bandas ISM) destinadas a tareas industriales, científicas y médicos. Las frecuencias disponibles varían en función del país. Las bandas de frecuencia más habituales son las de 2,4 GHz y 5 GHz, que se encuentran a disposición en la mayoría de los países. Se brinda la posibilidad de operar estas bandas de frecuencia de forma gratuita y sin licencia. No se requiere licencia para su uso, lo que facilita el escalado de este tipo de red.

1.5.10. Pros y contras de las redes inalámbricas

Mayor eficiencia

La comunicación de datos optimizada conduce a una transferencia de información más rápida dentro de la empresa y entre socios y clientes. Por ejemplo, los vendedores pueden comprobar de forma remota el inventario y los precios durante las rebajas.

Gran cobertura y movilidad

Los cables te restringen a ubicaciones fijas. La conectividad inalámbrica significa que no necesita cables ni adaptadores adicionales para acceder a la red de su oficina y tiene la libertad de cambiar de ubicación sin perder conectividad.

Cobertura

Algunos edificios presentan dificultades para obtener una cobertura consistente, lo que provoca la presencia de zonas sin cobertura. Por ejemplo, en edificaciones construidas con materiales de refuerzo de acero, puede resultar complicado recibir señales de radio.

Adaptabilidad

La incorporación de dispositivos a la red es rápida y sencilla, y se cuenta con una gran flexibilidad para realizar modificaciones en la instalación.

Flexibilidad

Los trabajadores de oficina que utilizan redes inalámbricas pueden seguir siendo productivos fuera de la oficina porque pueden conectarse sin tener que sentarse frente a una computadora dedicada. Esto permite nuevas formas de trabajar, como trabajar desde casa y acceso directo a datos corporativos en la oficina o en las instalaciones del cliente.

Ahorro de costos

Las redes inalámbricas son más fáciles y económicas de instalar, especialmente en edificios históricos y otros lugares. Los propietarios no pueden permitir que se instalen cables. Eliminar el cableado reduce los costos al eliminar la necesidad de hacer zanjas, perforar agujeros y enterrar cables en las paredes, entre otros métodos para realizar conexiones físicas. Tampoco es necesario realizar mantenimiento del cableado.

Nuevas oportunidades/aplicaciones

Las comunicaciones inalámbricas pueden permitir la entrega de nuevos productos y servicios. Por ejemplo, muchas salas de espera en aeropuertos, estaciones de tren, hoteles, cafeterías y restaurantes ofrecen conectividad Wi-Fi a través de puntos de acceso, lo que permite a los usuarios conectar sus dispositivos a la oficina mientras están en movimiento.

Problemas de instalación

Pueden producirse interferencias si hay otras redes inalámbricas en el mismo edificio u otras fuentes de señal inalámbrica. Esto puede provocar una degradación de las comunicaciones o, en situaciones extremas, la pérdida total de las comunicaciones por radio.

Seguridad

Las transmisiones inalámbricas requieren especial atención a la seguridad, ya que son más vulnerables a ataques de usuarios no autorizados.

Velocidad de transmisión

Las comunicaciones inalámbricas tienden a ser más lentas y menos eficientes que las redes cableadas. En redes inalámbricas grandes, es común que la red central esté conectada mediante cables en lugar de tecnología inalámbrica.

1.6. Marco Conceptual

1.6.1. Sistemas de Transmisión

En Gallardo (2019) [10] se clasifican los sistemas de transmisión por el medio físico por el cual se conduce la señal, dentro de los cuales tenemos a los guiados y a los no guiados.

Los guiados llevan la señal mediante alambres o cables, dentro de esta categoría tenemos a los de tipo eléctricos (cable de cobre) que pueden ser par trenzado, cable coaxial, por mencionar algunos. Los de tipo óptico, que utilizan la fibra óptica para conducir la señal en forma de luz, del cual tenemos a las fibras monomodo y multimodo. Y las corrientes portadoras (PLC) o *Power Line Communications* que usan las líneas eléctricas existentes para transmitir la señal.

Los no guiados son de tipo inalámbrico, dentro de esta categoría tenemos a las radiofrecuencias, los infrarrojos y los ultrasonidos.

1.6.2. Cabecera Interna

En Rodríguez (2020) [11] se dice que cabecera interna en fibra óptica se refiere a la parte de la red donde se encuentran los equipos que generan las señales para ser transmitidas hacia el abonado. Dentro de la cabecera tenemos a los switches, routers y los OLT (*Optical Line Terminal*), siendo los OLTs los que tienen la

función de convertir las señales eléctricas en pulsos de luz para poder ser transmitidos dentro de la fibra óptica.

1.6.3. Planta Externa

Medrano (2019) [12] en su investigación menciona que planta externa se refiere a la instalación que se hace hasta el hogar del abonado, en el caso del tipo aéreo se debe realizar un tendido por los postes de concreto instalados en la localidad, respetando las normas y recomendaciones de la UIT. En el caso específico de tendido por vía aérea, se debe solicitar permisos al municipio para el plantado de postes. En [13] se menciona que se compone por varios elementos tanto activos como pasivos, que constituyen la trayectoria desde la cabecera interna hasta el abonado o cliente, donde encontramos a los cables de fibra óptica, *splitters* ópticos, ONT, NAP, entre otros.

1.6.4. NAP (Network Access Point)

En [13] se dice que los NAPs son puntos para acceder a la red, del cual salen los hilos de fibra hacia los abonados o clientes. Son muy usados en FTTH, y contienen *splitters* que pueden ser de 1x4, 1x8 o 1x16. Estos puntos de acceso se pueden colocar en postes o muros.

1.6.5. ONT

Es el dispositivo que se encuentra en la parte del abonado, es decir, dentro de la casa donde se presta el servicio [14].

1.6.6. Splitters

Son los divisores ópticos, los cuales tienen la función de direccionar la señal que proviene del OLT, puede dividir un haz de luz o también combinar varios haces de luz en una sola fibra. Estos son conocidos como elementos pasivos ya que no necesitan de dispositivos electrónicos para dividir la señal de luz [14].

1.6.7. GPON

En [15] se define a los sistemas de redes ópticas pasivas, GPON por sus siglas en inglés, como una tecnología para acceder a servicios de banda ancha, la cual se diseña para proveer servicios que requieren del uso de un gran ancho de banda, como la televisión sobre IP o televisión de alta definición, servicios de voz, datos

y video mediante la tecnología de multiplexación por división de longitud de onda (WDM). Esta tecnología tiene la ventaja de que se puede utilizar una sola fibra tanto para la subida como para la bajada de datos.

Los elementos principales de la red GPON son los OLT, ONT y los splitter ópticos.

1.6.8. Ancho de banda

Se refiere a la capacidad de enviar y recibir datos en un tiempo fijo. En el argumento de la tecnología multitemático, donde se manejan múltiples flujos de información simultáneamente, contar con un amplio ancho de banda es esencial para garantizar una transmisión rápida y eficiente de los datos.

1.6.9. Cable de Fibra Óptica

Un hilo muy fino de vidrio u otro material transparente incorporado a un aislante que permite que los rayos de luz recorran largas distancias a través de múltiples reflejos internos. Guía de ondas utilizada para transmitir información digital.

1.6.10. Microondas terrestres.

Utiliza una antena parabólica de aproximadamente 3 metros de diámetro para transmitir señales de microondas en un rango de varios kilómetros en el rango de frecuencia de 1 a 300 GHz.

1.6.11. Los satélites de microonda.

Estos funcionan mediante conexiones entre dos o más estaciones base, utilizando satélites como intermediarios en la atmósfera. Cada satélite tiene su propia banda de frecuencia, pero ofrece un alcance más amplio y velocidades más altas.

1.6.12. Infrarrojos.

Los moduladores de luz infrarroja incoherentes se utilizan para lograr velocidades de transmisión de datos entre 300 GHz y 384 THz cuando se colocan directamente o se reflejan desde una superficie adecuada. Sin embargo, no puede atravesar las paredes.

1.6.13. Ondas de radio.

Se utilizan ondas de radio de diversas frecuencias (AM, FM, HF, VHF, UHF, etc.) para enviar y recibir señales de información, logrando una alta eficiencia en distancias cortas, incluso a través de paredes, pero cuando el receptor está físicamente distante este efecto se pierde.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivos generales

Evaluar cómo el diseño de una red de fibra óptica contribuye a mejorar el servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial, Cañete, 2023.

1.7.2. Objetivos específicos

OE1: Evaluar cómo el cálculo de los parámetros de la red de fibra óptica contribuye a mejorar el servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial, Cañete, 2023.

OE2: Evaluar cómo la selección óptima de equipos de red contribuye a mejorar el servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial, Cañete, 2023.

OE3: Evaluar cómo la viabilidad del diseño de red en la zona contribuye a mejorar el servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial, Cañete, 2023.

1.8. Hipótesis y variables de investigación

1.8.1. Hipótesis

1.8.1.1. Hipótesis general

La implementación de un sistema de comunicaciones basado en fibra óptica contribuye a la mejora del servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial, Cañete, 2023.

1.8.1.2. Hipótesis específica

HE1: El análisis de los parámetros de la red de fibra óptica contribuye a la mejora del servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial, Cañete, 2023.

HE2: La elección adecuada de equipos de red contribuye a la mejora del servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial, Cañete, 2023.

HE3: La factibilidad del diseño de red en la zona contribuye a la mejora del servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial, Cañete, 2023.

1.9. Variables de la Investigación

1.9.1. Variable independiente

Diseño de una Red de Fibra Óptica

La fibra óptica consiste una onda delgada compuesta de vidrio cilíndrico, donde permite la preservación y el flujo de haces de luz, esto facilita la transmisión de información en variadas distancias sin la atenuación de la señal emitida en cotejo con los cables de cobre. Es considerado como un excelente medio de comunicación con mínimas pérdidas de señales lo que lo hace idóneo para transmitir data en pequeñas y largas distancias [16].

1.9.2. Variable dependiente

Mejorar Banda Ancha en el anexo Primavera, distrito Imperial, Cañete, 2023

La banda amplia es la base de un sistema más integral y su funcionalidad efectiva depende de varias cosas, incluido el acceso a los servicios, los dispositivos conectados, el contenido, las aplicaciones avanzadas y las capacidades necesarias para utilizarlos en función de la disponibilidad de elementos integrados. La expansión de la banda ancha y el aforo de utilizarla son interdependientes. Este servicio no se limita a ser una opción más de telecomunicaciones o brindar un uso más veloz a Internet. En cambio, es el componente central de otro sistema que se caracteriza por relaciones complementarias fundamentales que impulsan el desarrollo económico y social [17].

1.9.2.1. Operacionalización de las variables

TABLA III
OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente Diseño red de fibra óptica	La fibra óptica consiste una onda delgada compuesta de vidrio cilíndrico, donde permite la preservación y el flujo de haces de luz, esto facilita la transmisión de información en variadas distancias [10].	X.1. Cálculo del ancho de banda X.2. Selección óptima de equipos de red X.3. Viabilidad del diseño de red en la zona	X.1.1. Tasa de bits por usuario X.1.2. Cantidad de usuarios X.1.3. Actividades de red X.2.1. Arquitectura de red X.2.2. Especificaciones de equipos X.3.1. Topología y diseño de red X.3.2. Costos de equipos
Variable Dependiente Mejora de servicio Banda ancha.	La banda ancha es medida de la capacidad de proveer de servicios de telecomunicaciones tales como internet a los dispositivos conectados. [11].	Y.1. Servicio de banda ancha.	Y.1.1. Velocidad de trasmisión en Mbps.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación

2.1.1. Tipo de Investigación

Esta investigación es de tipo aplicado y descriptivo, porque busca una utilidad práctica a los conocimientos ya adquiridos de la Red de Fibra Óptica y a la optimización del ancho de banda en el distrito de Imperial, así como la mención de diversas especificaciones de los equipos que se usan en tecnologías de Fibra Óptica [18].

2.1.2. Nivel de Investigación

Es de tipo explicativo, pues se expresará de la ausencia de cobertura de red en determinadas zonas, la relación causal que existen entre las variables propuestas, así como realizar descripciones y predicciones de datos para posteriores trabajos de investigación [18].

2.1.3. Diseño de Investigación

Es de diseño no experimental con enfoque cuantitativo ya que no se realiza la variación intencional de las variables, su enfoque se basa en la adquisición de datos y cálculos realizados implicando incidir sobre las variables dependientes e independientes buscando alguna relación de causalidad y de qué forma esto afectaría al desarrollo de la investigación [19].

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población:

Es la agrupación de individuos que poseen semejanza entre ellos bajo un determinado contexto [19].

Población para el anexo La Primavera – Distrito Imperial:

Para la investigación, la población de la región analizada consta de un total de 300 casas.

2.2.2. Muestra

La muestra se entiende como una cantidad reducida de individuos u objetos que representan a una población, se elige esta cantidad cuando la población abarca una cantidad basta o no se puede tener acceso total a este. Básicamente es un subgrupo de la población general siendo reflejo fiel de esta agrupación y con las mismas características [20].

Se utiliza la siguiente formula:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times P \times Q}{e^2 \times (N - 1) + (Z^2 \times P \times Q)} \quad (1)$$

N = Capacidad de la población de 300 personas.

Z = Dentro del nivel de confianza: 95% = 1.962.

e = Error de estimación máximo aceptado: 5% = 0.05.

P = Porcentual de la población con la característica objetiva (20% = 0.2)

Q = Porcentual de la población que no tiene la característica deseada (fracaso);

1-P = 80% = 0.8.

$$n = \frac{300 \times 3.8416 \times 0.2 \times 0.8}{0.05^2 \times (300 - 1) + (3.8416 \times 0.2 \times 0.8)}$$

$$n = 169$$

Se consideró una muestra de: 169 casas.

2.3. Técnicas de recolección de datos.

La observación, debido a que la investigación a realizar es de enfoque cuantitativo, y se tomarán datos sobre parámetros del diseño del sistema de fibra óptica para comprobar que mejora el servicio de banda ancha.

2.4. Instrumentos de Recolección de Datos

Es una herramienta recolectora de información basado en el principio de conseguir resultados diversificados teniendo en cuenta los objetivos del estudio [21].

Se uso la ficha técnica para la acumulación de la información, la cual será validada por juicio de expertos.

2.5. Técnica de Procesamiento, análisis e interpretación de datos

La información lograda mediante encuestas y pruebas de campo fueron analizados mediante tablas y gráficos con fórmulas estadísticas.

III. RESULTADOS

3.1. Detalle del trabajo de campo

Evaluación geopolítica, demográfica y funcionamiento de telecomunicaciones

En el capítulo se proporcionará datos esenciales sobre el anexo de La Primavera en el distrito de Imperial, incluyendo sus particularidades geopolíticas, ubicación geográfica y estado de funcionamiento de telecomunicaciones. Estos datos serán de gran utilidad especialmente en lo que respecta al trazado de la red de traslado y los cálculos de demanda de servicios para cada una de las viviendas en dicho distrito.

3.1.1. Particularidades Geopolíticas.

3.1.1.1. Geografía y jurisdicción geopolítica.

Ubicación

El distrito de Imperial se ubica en la provincia de Cañete, en el departamento de Lima, Perú. Pertenece al Gobierno Regional de Lima-Provincias conformado por 16 distritos.



Fig. 17. Distrito de Imperial Anexo La Primavera - Cañete.

TABLA IV
DATOS GEOGRÁFICOS DEL DISTRITO DE IMPERIAL

Distrito	Provincia	Longitud (km ²)	Habitantes (hab)*	Densidad hab/km ²)	Altitud m.s.n.m
Imperial	Cañete	53.16	36340	683.6	91

Aspectos a tener en cuenta para la red de transporte.

Al momento de diseñar la red de transporte para el anexo La Primavera, es fundamental considerar el uso de fibra óptica para conectar las viviendas con servicios de comunicación de alta calidad, debido a las altas velocidades de transporte de datos que ofrece. El tendido puede realizarse a través de diferentes vías, y en este caso se optará por la vía aérea.

Trazado del recorrido de la fibra óptica.

La planificación del tendido de fibra óptica en el distrito se ha realizado considerando las principales vías del caserío La Primavera, dado que la mayoría de ellas se intersecan. Tras completar los estudios de ingeniería, se establecerá la separación necesaria para la instalación de la fibra óptica sobre la infraestructura eléctrica y la red vial seleccionada, para lo cual se creará un diseño específico. El sitio seleccionado para la red troncal se ubica detrás del cementerio del anexo, ya que desde allí se puede acceder a la mayor parte de las calles, siendo esta la ruta en mejores condiciones en la actualidad, a pesar de que existen otras alternativas.



Fig. 18. Anexo: La Primavera - Imperial.

3.2. Ingeniería de detalle

3.2.1. Planteamiento de trabajo.

La información derivada del mapa KMZ a través del software Google Earth es fundamental, ya que proporciona datos sobre rutas de red y conexiones entre carreteras y redes eléctricas, lo que permite establecer conexiones punto a punto. Tras analizar los datos y las exigencias establecidas, se determinó que la localización y comprobación de la ruta deben llevarse a cabo en el lugar, utilizando dispositivos especializados para el levantamiento y la comprobación correspondientes.

3.2.2. Levantamiento de la portería de las redes eléctricas.

Se realizará un levantamiento de la ubicación de las redes eléctricas, garantizando el cumplimiento de la Distancia Mínima de Seguridad (DMS) y verificando que la infraestructura esté en condiciones adecuadas para la instalación de fibra óptica. La recopilación de datos de campo ha sido finalizada, abarcando la localización en coordenadas geográficas de los postes eléctricos, el tipo de estructura, así como el reconocimiento de los niveles de tensión y la utilización de los mismos. Se procederá a la evaluación del estado de la infraestructura eléctrica, determinando si es adecuada o no, así como a la verificación del número

de cables presentes. Además, se llevará a cabo una inspección para confirmar las distancias entre vanos y niveles, y se verificará la disponibilidad de espacio para la instalación de un cable adicional. Comprobación de la altura de los cables ya instalados. Revisión de la viabilidad de instalar retenidas. Determinación de la ubicación de nuevos postes de soporte para extender la red de fibra óptica. Evaluación del tipo de terreno y la accesibilidad.

La planificación de fibra óptica se debe efectuar en redes de alta, media y baja tensión según la Separación Mínima de Seguridad (DMS) y el cartel debe estar en buenas condiciones para su instalación.

Se realizará la recolección de información en campo, que incluye:

1. Se realizará el registro de las coordenadas geográficas (latitud, longitud, altitud y UTM) de la portería eléctrica mediante un dispositivo GPS de alta precisión.
2. Se procederá a identificar el material de la portería (hierro, concreto o madera) y la empresa eléctrica correspondiente.
3. Se determinarán los niveles de tensión y la utilización de los postes, clasificándolos como BT o MT.
4. Se evaluará el estado general de la portería eléctrica, clasificándola como buena o mala.
5. Se verificará la cantidad de cables presentes en la instalación.
6. Se medirán las distancias entre los vanos y las cotas.
7. Se comprobará la disponibilidad de espacio para la instalación de un nuevo cable.
8. Se revisará la altura de los cables no eléctricos existentes.
9. Se evaluará el espacio disponible para la instalación de retenidas.
10. Se localizarán los nuevos postes y soportes necesarios para la expansión de la red de fibra óptica.
11. Se registrará el tipo de terreno y la accesibilidad del área.

Tipo de cable / Span

Los cables de fibra óptica son completamente dieléctricos y deben ser autoportantes. Se deben considerar aplicaciones de voltaje particularmente alto, como 500 kV.

Span (span máximo de una conexión) es la distancia máxima entre tramos (polos) que existen dentro de una conexión. Los fabricantes generalmente permiten tolerancias de hasta el 20%.

Los tipos de cables utilizados son:

TABLA V
CARACTERÍSTICAS DEL CABLE/SPAN

Tipo de cable / Span	Vano
ADSS 200	Para un máximo de 200 + 20%
ADSS 400	Para un máximo de 400 + 20%
ADSS 600	Para un máximo de 600 + 20%
ADSS 1000	Para un máximo de 1000 + 20%

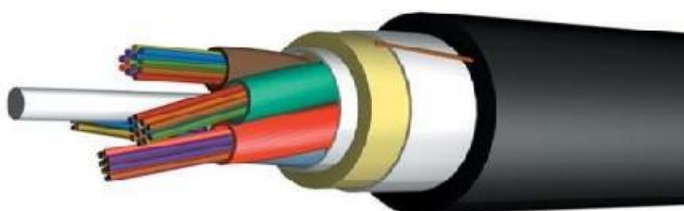


Fig. 19. Fibra óptica ADSS.

3.2.3. Longitud máxima de la flecha

La longitud máxima de la flecha es el número total de catenaria que tiene el cable. Se trata de una curva ideal que simboliza físicamente la curva creada por una cuerda o cable sin dureza flexional, colgada de sus dos extremos y doblegada a un campo gravitatorio uniforme.

Los atributos a utilizar son:

TABLA VI
LONGITUD MÁXIMA DE FLECHA DEL CABLE

Vano	Flecha
001 < 400.9	1.01%
>= 400.9 < 800.9	1.01%
>= 800.9 < 1000.9	1.01%
>= 1000.9 a +	1.01%

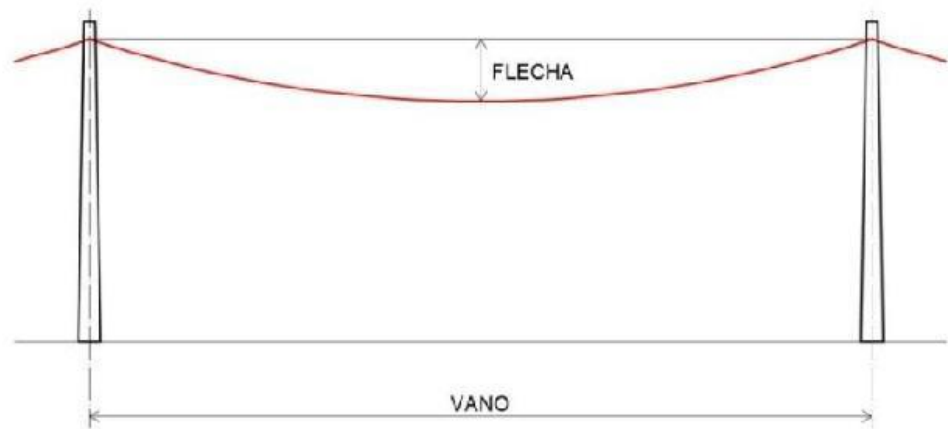


Fig. 20. Flecha máxima entre postes.

3.2.4. Red de Transporte óptico

Este proyecto se ejecutará a través de un nodo de Distribución ubicado en el distrito de Imperial, provincia de Cañete; en este lugar se implementará la red de Transporte de Fibra Óptica, que se enlazará con el Anexo La Primavera, donde se prevé establecer otro Nodo de Distribución.

TABLA VII
DATOS TÉCNICOS DEL DISTRITO DE IMPERIAL

Nº	Distrito	Localidad	Nodo	Latitud	Longitud
1	Imperial	Anexo la primavera	Distribución	-13.057116°S	-76.34525°W

Se empleará la infraestructura eléctrica de Baja y Media Tensión para la Red de Transporte, junto con la red vial diseñada. Por consiguiente, es imprescindible realizar un análisis de ingeniería exhaustivo que permita identificar la distancia y validar las rutas propuestas.



Fig. 21. Infraestructura eléctrica.

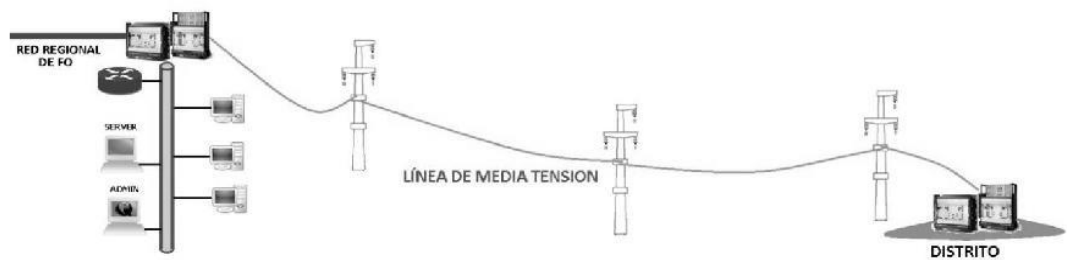


Fig. 22. Representación gráfica de la red.

3.2.5. Evaluación de los postes por altura

De acuerdo con el Código Eléctrico Nacional (Suministro 2011), la separación mínima para la instalación de cables de comunicación respecto al cable ultimo debe ser de 10 cm o 60 cm desde el cable ultimo de baja tensión. En caso de no cumplir con estas especificaciones, es necesario diseñar una riostra.

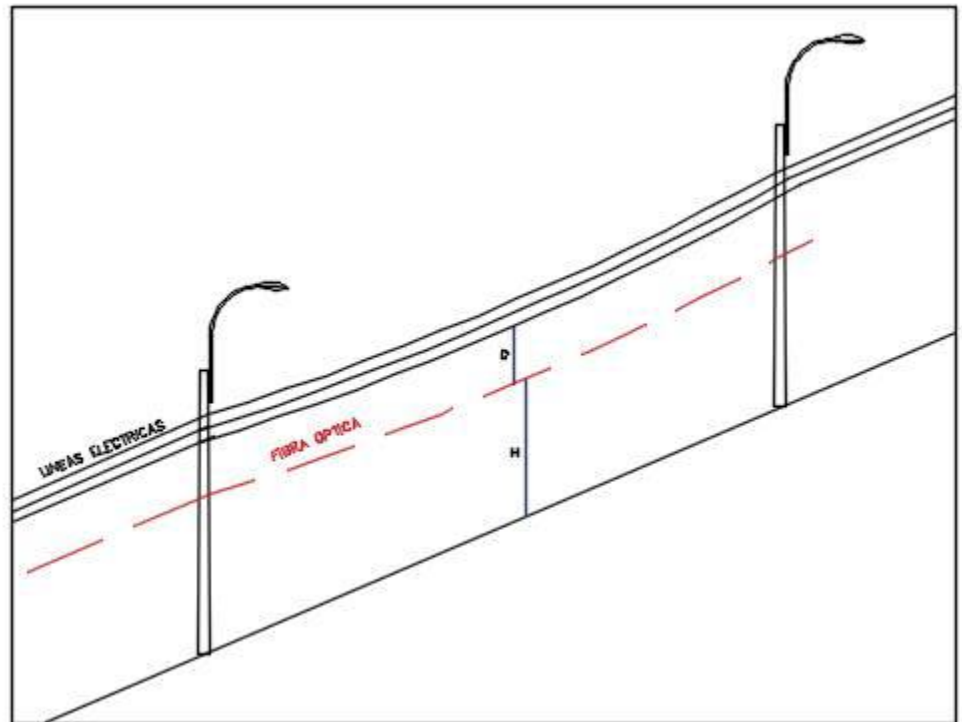


Fig. 23. Separación mínima requerida para la instalación del cable de comunicación en relación al cable más cercano.

Se presentan las Distancias Mínimas de Seguridad (DMS) requeridas para la instalación de cable de fibra óptica en la infraestructura eléctrica:

TABLA VIII
DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN FIBRA ÓPTICA

Postes	Altura Mínima (H) según la catenaria	Distancia del último cable eléctrico (D)
AT	5.5 m	2.4 m
MT	5.5 m	1.4 m
BT	5.5 m	2.4 m

3.2.6. Dimensionamiento de la capacidad de la red

Para calcular el tráfico de información que la red podrá soportar, se considerará la calidad utilizada por el servicio de aplicación *Downstream*. Dicha capacidad está determinada por la cantidad de Kbps y Mbps necesarios para ofrecer cada tipo de servicio de manera óptima. En la tabla se detalla la descripción de las capacidades requeridas por cada servicio.

TABLA IX
SERVICIO UPSTREAM

Prototipo de servicio	Upstream
HDTV	64 kbps
Ingreso a Internet	128 – 512 Kbps
Voz	64 – 256 Kbps
Juego en línea, Peer to Peer, Flash	2 – 3 Mbps
Video	
Telemedicina	0.384 - 2Mbps
Red Privada Virtual (VPN)	2 Mbps
Traslado de Archivos	128 – 512 Kbps
Aprendizaje a distancia	0.384 – 1.5 Mbps
TOTAL DE ANCHO DE BANDA	11, 344 Mbps

En Upstream, el valor estándar es de 1,244 Gbps (recordando que $1 \text{ STM} - 8 = 1,24418 \text{ Gbps}$), para los 32 puntos de división por puerto GPON se tiene un valor de 19,438 Mbps a cada uno.

Dimensionamiento de los equipos

Implica tener en cuenta los requisitos fundamentales de los dispositivos seleccionados para el diseño, así como los valores estimados de pérdidas.

Especificaciones técnicas de los equipos en la red de acceso

deben ser cuidadosamente analizadas, asegurando que se tomen en cuenta las recomendaciones de los proveedores de equipos GPON para garantizar un funcionamiento óptimo de la red de ingresos.

TABLA X
REQUERIMIENTO PARA UN ONT

Requerimiento	Justificación
Estándar ITU-T G:984.1, G.984.2, G.984.3, G.984.4. Puerto GPON. Rapidez de transmisión Uptream 1,2 Gbps. Puertos POTS para voz.	Sugerencias para asegurar el adecuado funcionamiento de las redes GPON en el sistema de red. Permiten al beneficiario acceder a la red GPON. Por la recomendación UIT-T G.984 x. Permiten el acceso al servicio de telefonía.
Distancia de onda de operación 1310 nm para comunicación de voz y datos en la dirección ascendente 1550 nm para transmisión de video RF (CATV)	La distancia de onda de 1310 nm y 1490 nm ayudan a la integración de telefonía e internet en el sistema triple play, mientras que la longitud de onda de 1550 nm facilita la incorporación de la señal de video al mismo sistema.
Las interfaces ópticas deben ser compatibles con fibra óptica monomodo G.652. D.	Para trabajar en el intervalo de 1310 nm a 1625 nm para transmisión de voz, video y datos.
Tipo de conector de fibra óptica SC, clase B+.	Para la conexión con la red PON.
Garantía mínima de 1 año.	Es indispensable contar con soporte técnico y seguridad para la sustitución si hay avería del equipo.

Fuente: www.lightreading.com

3.2.7. Elección de dispositivos y marca disponible en el mercado

3.2.7.1. OLT Motorola AXS 1800

Está diseñada para entregar ultra banda ancha (ultra broadband) de extremo a extremo, ofrece gran densidad, escalabilidad y flexibilidad que permite a las empresas proveedoras de servicios entregar video, voz y datos de calidad a cada suscriptor.

TABLA XI
CARACTERÍSTICAS DE OLT MOTOROLA AXS 1800

OLT MOTOROLA AXS 1800



Parámetro	Detalles técnicos
Modelo	Recomendación GPON ITU-T G 984.1-4
Rapidez de transferencia	Velocidad de 1244 Gbps
Longitudes de onda operativas	Longitudes de onda de 1310 nm, 1490 nm y 1550 nm
Cantidad de ranuras	14 ranuras para tarjetas GPON
Total, de puertos GPON	56 puertos GPON
Modelo de conector fibra óptica	Conectores LC/SC/UPC
Proporción de divisor	1:64
Seguimiento	Alcance físico de 20 km a 28 dB en clase B+
Cantidad de abonados	3584
Fichas	1 tarjeta de interfaz de 1x 10Gb/10 x 1 GbE Puerto STM-1, compatible con más de 12 puertos T 1/E1
Costo del equipo	\$ 25,250.27

3.2.7.2. ODF (Optical Fiber Distribution)

TABLA XII
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ODF TELNET 19/21 DE 1 UA

ODF Telnet 19/21 de 1 UA



Capacidad	máximo 24 fibras.
Conectores	FC, SC, ST.
Dimensiones	440 x 44,4 x 2220 mm
Montaje	Rack
Conector de atenuación	< 0,3 dB
Costo del equipo	\$ 356.20

IV. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Contreras (2020) [5] en su investigación sus resultados indican que las cajas de distribución fueron puestas con la finalidad de cubrir totalmente los sitios en las cuales puedan necesitar tiempo de servicio de internet usando el medio de transmisión. Las mallas que se ha implementado son con la finalidad de obtener una mejor distribución, pues así se obtiene el cumplimiento de los diversos requerimientos de implementación mencionadas para este informe.

Guizado (2019) [6] en su estudio los resultados se recopilaron de la medición de la calidad del internet en la ciudad y su comparación con la normativa en telecomunicaciones mejorando en 70% la velocidad del internet. Con la implementación de las fibras ópticas traerá a la ciudad el progreso tecnológico debido al aumento de la banda ancha.

Ruiz (2019) [7] realizó la investigación y planteó como finalidad realizar la implementación de nuevas tecnologías mediante fibras ópticas para mejorar en las comunicaciones. Los resultados del VAN y TIR mostraron que el proyecto es factible económicamente.

En 2019, Janampa [4] señala que la instalación de una red de fibra óptica facilitará a la población el acceso a servicios de internet, telefonía, televisión digital y multimedia, mejorando notablemente la velocidad en comparación con ADSL. Esto asegurará a los usuarios un acceso equitativo y de calidad a dichos servicios.

Aranguren [8], en 2022, afirma que el servicio proporcionado mantendrá un elevado nivel de disponibilidad. El operador ENTEL ampliará su oferta de servicios corporativos, lo que generará nuevas oportunidades de venta e ingresos para la empresa.

López [9], en 2016, resalta que la fibra óptica presenta pérdidas mínimas, es poco afectada por la distancia y posee una gran capacidad de transmisión de datos. Por ello, la investigación se enfoca en la caracterización de la red de fibra óptica, que representa una solución al déficit de banda ancha en Perú, un problema que ha persistido durante años.

V. CONCLUSIONES

- 1.- Es evidente que estos tipos de redes superan significativamente a las que usan infraestructura de cobre, ya que no dependen de componentes electrónicos complejos que puedan ser susceptibles a daños o al desgaste acelerado. Por lo tanto, la red de acceso por fibra óptica con tecnología FTTH se presenta como una opción sólida, fácil de instalar, duradera y con un bajo costo de mantenimiento a corto, mediano y largo plazo.
- 2.- Las tecnologías de redes inalámbricas permiten la conexión de equipos de alta tecnología a una red de elevada rapidez o entre sí, sin necesidad de cables. Anteriormente, era necesario instalar cables de una habitación a otra o entre diferentes pisos, lo que implicaba un alto costo de configuración y un tiempo considerablemente mayor en comparación con las redes inalámbricas.
- 3.- En la actualidad, establecer una red inalámbrica es un proceso bastante accesible, con una amplia gama de productos disponibles y numerosos recursos que facilitan su establecimiento y configuración cuando sea necesario.
- 4.- Se puede elegir entre diferentes tecnologías que se adapten mejor a las necesidades específicas del uso y la necesidad requerida, que puede oscilar desde pocos metros hasta muchos kilómetros. Las redes inalámbricas, sin duda, ofrecen nuevas ocasiones para soluciones industriales, aunque su implementación debe centrarse especialmente en la seguridad.

V. RECOMENDACIONES

- 1.- Para infraestructura instalada en el exterior, es buena idea darle el máximo mantenimiento posible. En cualquier caso, es recomendable mantener los cables libres de acumulación de polvo, suciedad o residuos y revisar la sujeción de los cables a los postes.
- 2.- Los diagramas de cableado y conexión ayudan a localizar y describir los elementos pasivos de una red. Además, si es necesario ampliar la red, se recomienda utilizarla como referencia, para poder añadir elementos o terminales adicionales.
- 3.- También se recomienda actualizar y comprobar la distribución de Mbit/s correspondiente a cada puerto PON. Esto se debe a que en un futuro próximo puede haber una demanda de más ancho de banda en ciertos parámetros debido, por ejemplo, al aumento de la población universitaria.
- 4.- Si es posible implementar o hacer la transición a una red GPON, se recomienda utilizar los niveles ópticos calculados en este estudio, ya que se encuentran dentro de los parámetros óptimos de tipo B.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- [1] I. Hernández Velasco, «BBC News Mundo,» 01 Noviembre 2022. [En línea]. Available: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-63035366>.
- [2] The Global Economy.com, «The Global Economy.com,» [En línea]. Available: https://www.theglobaleconomy.com/rankings/Internet_bandwidth/.
- [3] Redacción El Comercio, «¿Cuáles son las empresas con mejor velocidad de internet móvil en los últimos 9 meses?,» *El Comercio*, 02 Marzo 2022.
- [4] J. F. Janampa Huamán, Diseño de una red de fibra óptica para implementar el servicio de banda ancha para Andina Perú cable E.I.R.L. en la ciudad de Cerro de Pasco, Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019.
- [5] J. P. Contreras Piguave, Diseño de una Red de Fibra Óptica para proveer un Servicio de Internet Estable, en la Empresa CNT de la ciudad de Babahoyo, Babahoyo: Universidad Técnica De Babahoyo, 2022.
- [6] P. A. Guizado Guevara, Diseño de Red de Fibra Óptica con Tecnología GPON para el Cantón Lumbaqui de la Provincia de Sucumbíos, Quito: Universidad Tecnológica Israel, 2019.
- [7] M. A. Ruiz Perez, Diseño de una Red de Fibra Óptica FTTH para brindar el Servicio de Internet a los usuarios de la Empresa Redecom en el Centro de la Ciudad de Otaval, Ibarra: Universidad Tecnológica del Norte, 2019.
- [8] S. Aranguren Murguía, Diseño e implementación de una red de fibra óptica para mejorar el servicio de Internet en los clústers comerciales de Lima Metropolitana para el operador Entel Perú, Lima: Universidad Tecnológica del Perú, 2022.
- [9] E. López Polo, Diseño de una red de fibra óptica para la implementación en el servicio de banda ancha en Coishco (Ancash), Ancash: Universidad de Ciencias y Humanidades, 2016.
- [10] S. Gallardo Vazquez, Elementos de sistemas de telecomunicaciones, Madrid: Ediciones Paraninfo, 2019.

- [11] W. D. Rodríguez Quinteros, Diseño de una cabecera digital para la transmisión de TV-cable por medio de una red de fibra óptica existente, permitiendo que la señal de internet y TV-cable coexistan en la misma red, Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2020.
- [12] K. Medrano Gomez, Propuesta de diseño de planta externa de una instalación de fibra óptica de 50 Mbps utilizando la red de Optical Networks para el servicio de conexión de enlace respaldo alternativo para el almacén bebidas premium ubicado en Villa el Salvador, Lima: Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, 2019.
- [13] Á. J. Maldonado Peñafiel y J. F. Panchana Conforme, Diseño e implementación de Módulos Didácticos para redes de planta externa GPON en el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad - Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2022.
- [14] W. J. P. Requena Rodríguez y J. V. García Palacios, Diseño de un ISP (Proveedor de servicios de Internet) con fibra óptica para el distrito de veintiseis de Octubre - Urbanización Santa Margarita, Piura: Universidad Nacional de Piura, 2022.
- [15] L. E. Conde-Zhingre, W. Hernandez, P. A. Quezada-Sarmiento y C. P. Navarro Peñaherrera, «GPON as a contribution to the construction of Smart Cities,» *2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, pp. 1-6, 2019.
- [16] W. Tomasi, *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*, 4 ed., México: Pearson Education Inc., 2003.
- [17] W. Stallings, *Comunicaciones y Redes de Computadores*, 7 ed., Madrid: Pearson Education, S.A., 2004.
- [18] R. Hernández-Sampieri y C. P. Mendoza Torres, *Metodología de la Investigación: Las rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*, Ciudad de México: Mc Graw-Hill Interamericana, 2018.
- [19] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado y P. Baptista Lucio, *Metodología de la Investigación*, México D.F.: McGraw-Hill Interamericana Editores, 2010.
- [20] B. Camacho de Báez, *Metodología de la Investigación Científica: Un camino fácil de recorrer para todos*, Boyacá: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2008.
- [21] M. M. Bravo León, J. C. Bulnes Torres y A. B. Rojas Humadera, Diseño de una Red FTTH basado en el estándar GPON para mejorar la infraestructura de Red de los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de la UNAC, Lima: Universidad Nacional del Callao, 2022.

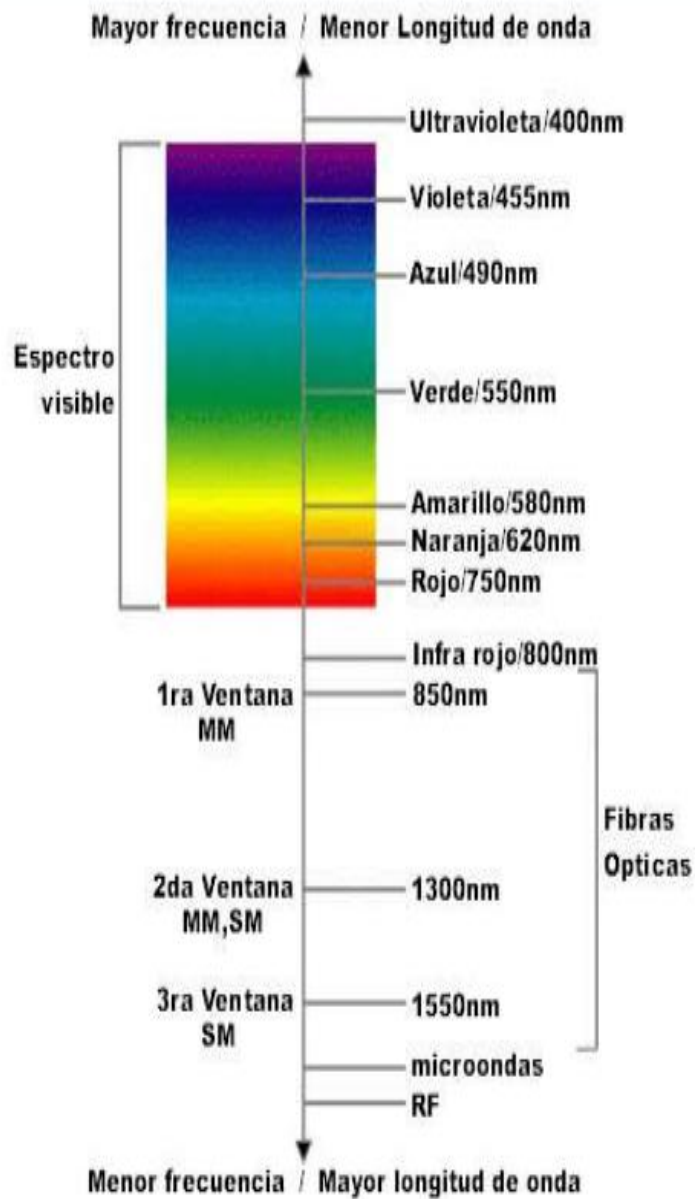
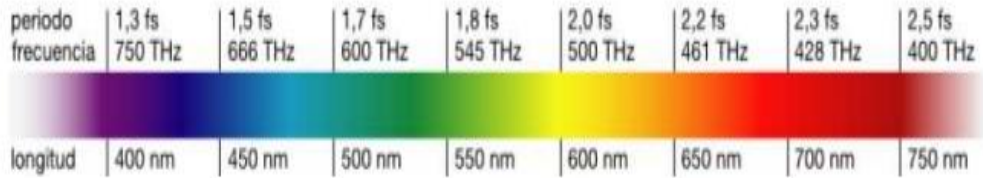
VII. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

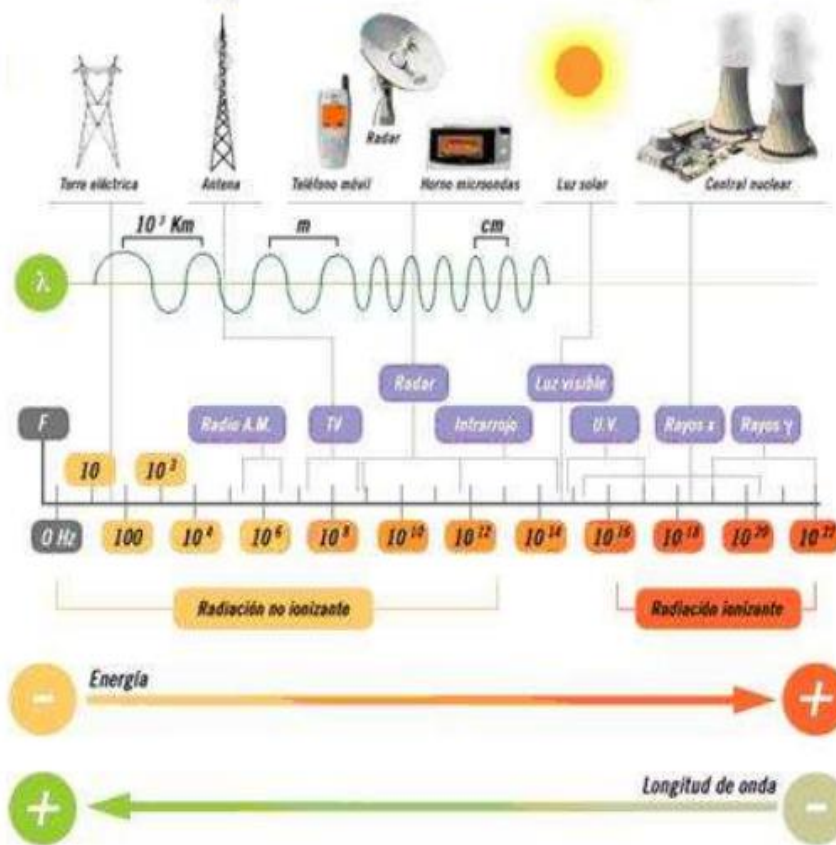
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema general</p> <p>¿De qué manera el diseño de una red de fibra óptica mejora el servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial, Cañete 2023?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar cómo el diseño de una red de fibra óptica contribuye a mejorar el servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial, Cañete, 2023.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>La implementación de una red de fibra óptica contribuye a la mejora del servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial, Cañete, 2023.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Diseño de una red de fibra óptica</p> <p>Variable dependiente</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <p>Investigación aplicada y descriptiva.</p> <p>Nivel de investigación:</p> <p>Explicativo.</p>
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas		

<p>PE1 ¿De qué manera el cálculo del ancho de banda mejora el servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial, Cañete 2023?</p> <p>PE2 ¿De qué manera la selección óptima de equipos de red mejora el servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial, Cañete 2023?</p> <p>PE3 ¿De qué manera la viabilidad del diseño de red en la zona mejora el servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial, Cañete 2023?</p>	<p>OE1 Evaluar cómo el cálculo del ancho de banda contribuye a mejorar el servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial, Cañete, 2023.</p> <p>OE2 Evaluar cómo la selección óptima de equipos de red contribuye a mejorar el servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial, Cañete, 2023.</p> <p>OE3 Evaluar cómo la viabilidad del diseño de red en la zona contribuye a mejorar el servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial, Cañete, 2023.</p>	<p>HE1 La elección adecuada de equipos de red contribuye a la mejora del servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial, Cañete, 2023.</p> <p>HE2 La elección adecuada de equipos de red contribuye a la mejora del servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial, Cañete, 2023.</p> <p>HE3 La factibilidad del diseño de red en la zona contribuye a la mejora del servicio de banda ancha en el anexo La Primavera - distrito de Imperial, Cañete, 2023.</p>	<p>Servicio de banda ancha</p>	<p>Diseño de investigación: Es de diseño no experimental.</p> <p>Población de estudio: La población de la región analizada consta de un total de 300 casas en el anexo La primavera.</p> <p>Muestra: La muestra calculada es de 169 casas del anexo La Primavera</p>
--	---	---	--------------------------------	---

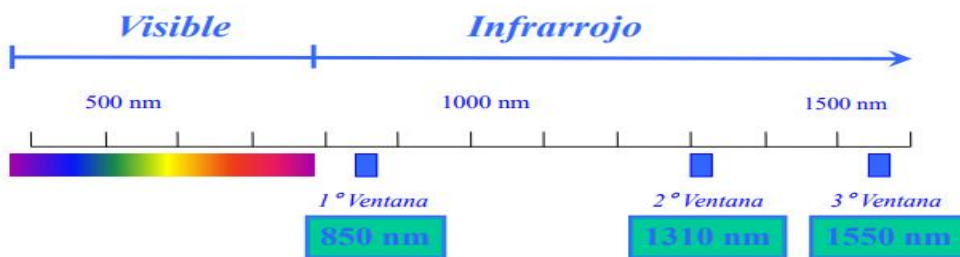
Espectro electromagnético visible



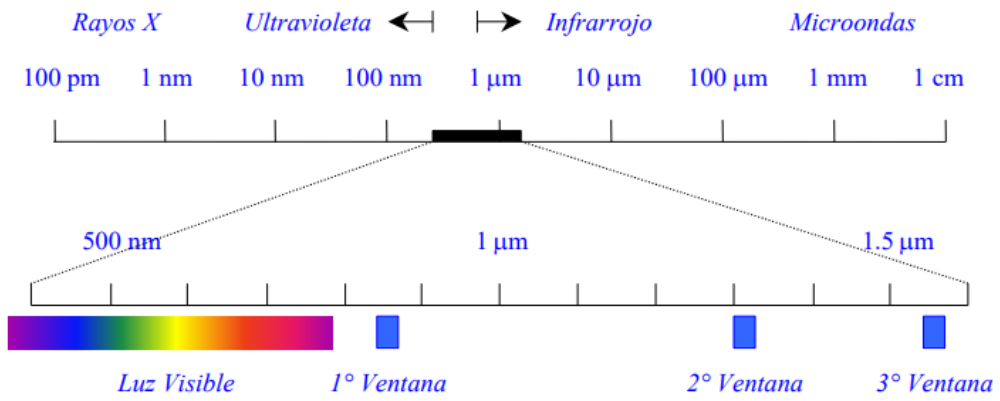
Espectro electromagnético



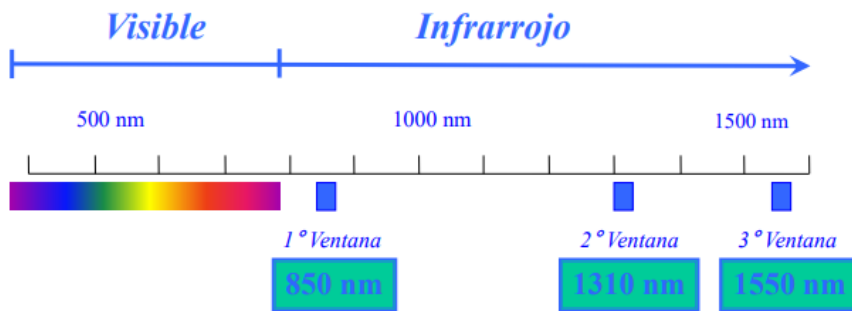
Ventanas de Transmisión

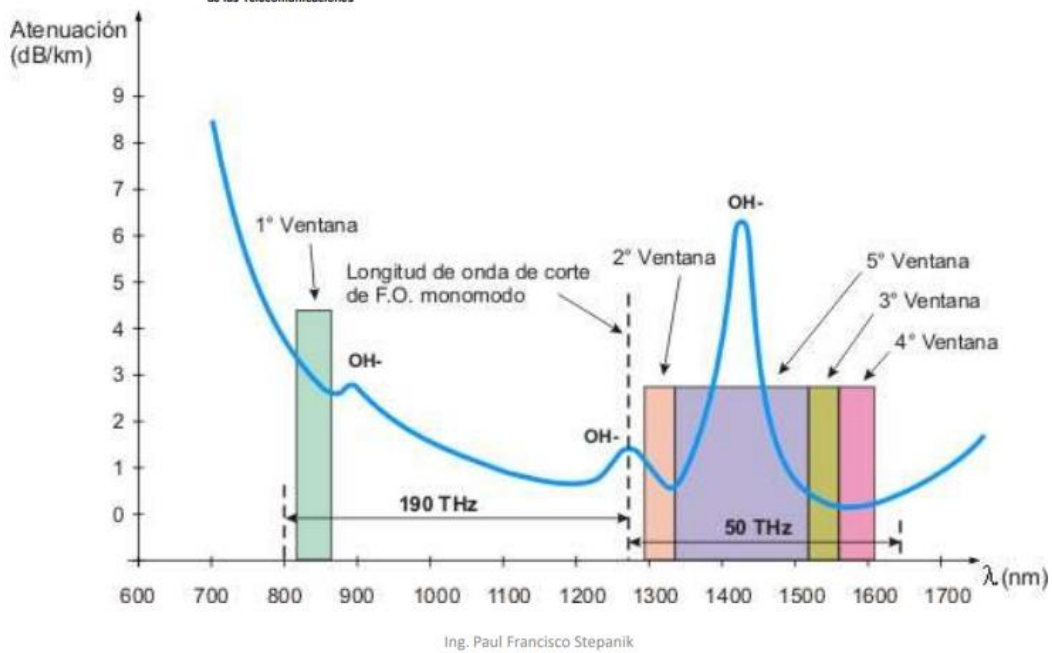


Espectro Electromagnético



Ventanas de Transmisión

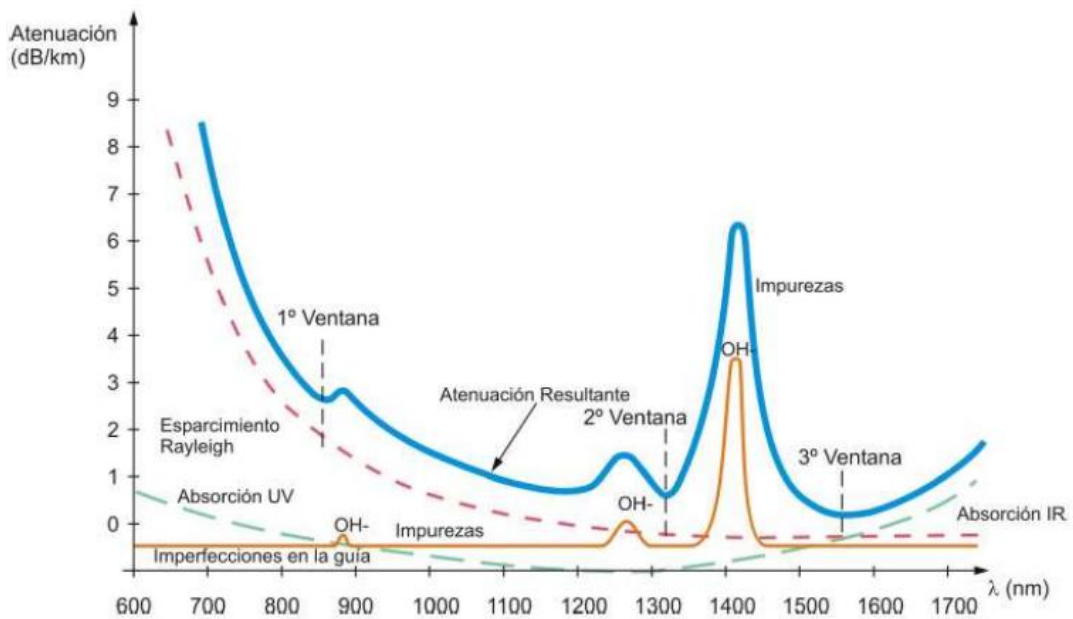




ANCHO DE BANDA

ANUARIO DE LOS PROFESIONALES
de las Telecomunicaciones

CURVA ATENUACIÓN ESPECTRAL DE LA FIBRA ÓPTICA



Anexo 3. Comparación entre diferentes tipos de redes inalámbricas

Tipo de red	Nombre	Estándar	Banda de frecuencia	Rango nominal	Máxima Velocidad. Transmis.
WPAN	Bluetooth	IEEE 802.15.1	2.4 GHz	10 m:	720 Kbps
	IrDA	IrDA	Ventana Infrarrojo 850-900 nm longitud de onda	1 m	16 Mbps
	ZigBee	IEEE 802.15.4	868 MHz, 900 MHz, 2.4 GHz	10 m	250 Kbps
	UWB	IEEE 802.15.3	3.1-10.6 GHz (USA) 3.4-4.8 GHz & 6-8.5 GHz (Europa)	10 m	480 Mbps
WLAN	Wi-Fi	IEEE 802.11	2.4 / 5 GHz	100 m	1 Mbps
		IEEE 802.11a	5 GHz	100 m	48 Mbps
		IEEE 802.11b	2.4 GHz	100 m	11 Mbps
		IEEE 802.11g	2.4 GHz	100 m	54 Mbps
		IEEE 802.11n	2.4 / 5 GHz	250 m	600 Mbps
		IEEE 802.11ac	5 GHz	250 m	1.3 Gbps
WMAN	WiMAX	IEEE 802.16	2-11 GHz y 10-66 GHz	50 km	70 Mbps
WWAN	Móvil	AMPS, GSM, GPRS, UMTS, HSDPA, LTE	700 MHz, 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz, 2100 MHz, 2600 MHz	> 50 km	1 Gbps
	Satélite	DVB-S2	3-30 GHz	> 50 km	60 Mbps

Anexo 4. Encuesta sobre patrones de uso de internet

ENCUESTA SOBRE PATRONES DE USO DE INTERNET Y REQUERIMIENTOS DE ANCHO DE BANDA EN EL ANEXO LA PRIMAVERA

Estimado(a) vecino(a), por favor, complete este cuestionario con la mayor sinceridad posible. Su valiosa información contribuirá al diseño de una nueva red de fibra óptica, que brinde un servicio de banda ancha mejorado en nuestra comunidad. La siguiente encuesta tiene como objetivo recopilar información sobre sus hábitos de uso de internet y necesidades de velocidad de conexión. Lea atentamente cada pregunta y responda marcando el nivel de acuerdo según la siguiente escala de Likert:

Datos Generales

Edad: _____

Género: Masculino Femenino

Número de personas en su hogar: _____

SECCIÓN DE ACTIVIDAD DE RED

1 = Nunca, 2 = Casi nunca, 3 = A veces, 4 = Frecuentemente, 5 = Siempre

Actividades en Internet	1	2	3	4	5
Navego sitios web y uso redes sociales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Veo videos, películas y escucho música en línea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Juego videojuegos en línea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Realizo videoconferencias (reuniones, clases virtuales, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Descargo/Cargo archivos grandes con regularidad (>100MB)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SECCIÓN DE FRECUENCIA DE USO

1 = Nunca, 2 = Rara vez, 3 = Algunas veces, 4 = Con frecuencia, 5 = Todo el tiempo

Frecuencia y Horarios	1	2	3	4	5
Utilizo internet todo el día	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilizo internet principalmente en la mañana (6am - 12pm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilizo internet principalmente en la tarde (12pm - 6pm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilizo internet principalmente en la noche (6pm - 12am)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilizo internet principalmente en la madrugada (12am - 6am)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SECCIÓN DE DISPOSITIVOS USANDO RED

Dispositivos Conectados	0	1	2	3	Más de 3
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿Cuántas computadoras de escritorio o portátiles conecta simultáneamente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Cuántos dispositivos móviles (smartphones, tablets) conecta simultáneamente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Cuántos Smart TVs o dispositivos de streaming conecta simultáneamente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En total, ¿cuántos dispositivos conecta de manera simultánea en su hogar? Respuesta numérica:					
SECCIÓN DE VELOCIDAD DE RED					
<i>1 = Nada, 2 = Lenta, 3 = Velocidad promedio, 4 = Rápida, 5 = Muy rápida</i>					
Velocidad de Conexión Requerida	1	2	3	4	5
Requiero velocidad para navegación básica (correo, redes sociales)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Requiero velocidad para streaming de video y música	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Requiero velocidad para videoconferencias/videollamadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Requiero velocidad para juegos en línea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Requiero velocidad para cargar archivos grandes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SECCIÓN DE SATISFACCIÓN					
<i>1 = Muy insatisfecho, 2 = Insatisfecho, 3 = Ni satisfecho ni insatisfecho, 4 = Satisfecho, 5 = Muy satisfecho</i>					
Percepción sobre Servicio Actual	1	2	3	4	5
Con la velocidad actual de mi conexión a internet me siento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Respecto a caídas/interrupciones del servicio me siento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Con el servicio técnico/soporte de mi proveedor actual me siento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Con la calidad general del servicio actual me siento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anexo 5. Validez del instrumento

TABLA XIII
VALIDEZ DEL INSTRUMENTO TEMA: DISEÑO DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA PARA
MEJORAR EL SERVICIO DE BANDA ANCHA EN EL ANEXO LA PRIMAVERA, DISTRITO DE
IMPERIAL, CAÑETE, 2023.

Indicadores	Enunciados	Escala de respuestas	Criterios de evaluación				Observaciones
			Suficiencia	Coherencia	Relevancia	Claridad	
			Sí/No	Sí/No	Sí/No	Sí/No	
Uso de Internet	Navego sitios web y uso redes sociales	1 al 5					
	Veo videos, películas y escucho música en línea	1 al 5					
	Juego videojuegos en línea	1 al 5					
	Realizo videoconferencias (reuniones, clases virtuales, etc.)	1 al 5					
	Descargo/Cargo archivos grandes con regularidad (>100MB)	1 al 5					
Frecuencia y horarios de uso	Utilizo internet todo el día	1 al 5					
	Utilizo internet principalmente en la mañana (6am - 12pm)	1 al 5					
	Utilizo internet principalmente en la tarde (12pm - 6pm)	1 al 5					
	Utilizo internet principalmente en la noche (6pm - 12am)	1 al 5					
	Utilizo internet principalmente en la madrugada (12am - 6am)	1 al 5					
Dispositivos conectados	¿Cuántas computadoras de escritorio o portátiles conecta simultáneamente?	0 a más de 3					
	¿Cuántos dispositivos móviles (smartphones, tablets) conecta simultáneamente?	0 a más de 3					
	¿Cuántos Smart TVs o dispositivos de streaming conecta simultáneamente?	0 a más de 3					
	En total, ¿cuántos dispositivos conecta de manera simultánea en su hogar? Respuesta numérica:	0 a más de 3					
Velocidad de conexión requerida	Requiero velocidad para navegación básica (correo, redes sociales)	1 al 5					
	Requiero velocidad para streaming de video y música	1 al 5					
	Requiero velocidad para videoconferencias/videollamadas	1 al 5					
	Requiero velocidad para juegos en línea	1 al 5					
	Requiero velocidad para descargas/subidas de archivos grandes	1 al 5					
Percepción sobre servicio actual	Con la velocidad actual de mi conexión a internet me siento	1 al 5					
	Respecto a caídas/interrupciones del servicio me siento	1 al 5					
	Con el servicio técnico/soprote de mi proveedor actual me siento	1 al 5					
	Con la calidad general del servicio actual me siento	1 al 5					

Anexo 6. Validación del instrumento para la investigación

Validación del Instrumento para la investigación: "Diseño de una red de fibra óptica para mejorar el servicio de banda ancha en el anexo La Primavera, distrito de Imperial, Cañete, 2023"

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador:

RAMIREZ PAZ, EDONA PAMELA

Dr./Mg./Ing.: ING. DNI: 42064169

Especialidad del validador: ING. ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

Para cada ítem/reactivo del instrumento, por favor evalúe los siguientes criterios:

1. Suficiencia: Los enunciados son suficientes en cantidad y contenido para cubrir el tema de cálculo de ancho de banda.
2. Coherencia: Los enunciados tienen una secuencia lógica entre los ellos, sin contradicciones.
3. Relevancia: Los enunciados son pertinentes y están relacionados directamente con el tema central.
4. Claridad: Los enunciados estén redactados con un lenguaje claro, sencillo y comprensible.

Fecha de validación: 08 JUNIO 2024


"EDONA PAMELA RAMIREZ PAZ"
Ingeniera Electrónica
y Telecomunicaciones
CIP Nº 251251

Firma del Experto Informante

Validación del Instrumento para la investigación: "Diseño de una red de fibra óptica para mejorar el servicio de banda ancha en el anexo La Primavera, distrito de Imperial, Cañete, 2023"

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador:

FERNANDEZ SALAZAR JOSE

Dr./Mg./Ing: ING DNI: 43461767

Especialidad del validador: ELECTRONICO Y TELECOMUNICACIONES

Para cada ítem/reactivo del instrumento, por favor evalúe los siguientes criterios:

1. Suficiencia: Los enunciados son suficientes en cantidad y contenido para cubrir el tema de cálculo de ancho de banda.
2. Coherencia: Los enunciados tienen una secuencia lógica entre los ellos, sin contradicciones.
3. Relevancia: Los enunciados son pertinentes y están relacionados directamente con el tema central.
4. Claridad: Los enunciados estén redactados con un lenguaje claro, sencillo y comprensible.

Fecha de validación: 08/06/2024



JOSE FERNANDEZ SALAZAR
Ingeniero Electrónico y
Telecomunicaciones
CIP Nº 250804

Firma del Experto Informante

Validación del Instrumento para la investigación: "Diseño de una red de fibra óptica para mejorar el servicio de banda ancha en el anexo La Primavera, distrito de Imperial, Cañete, 2023"

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador:

Ramos Carmen, Prager Ato


Dr./Mg./Ing: _____ DNI: 46538588

Especialidad del validador: Telecomunicaciones

Para cada ítem/reactivo del instrumento, por favor evalúe los siguientes criterios:

1. Suficiencia: Los enunciados son suficientes en cantidad y contenido para estimar el ancho de banda requerido por los habitantes del anexo La Primavera, distrito de Imperial, Cañete.
2. Coherencia: Los enunciados presentan una secuencia lógica y coherente entre sí, sin contradicciones, para abordar la estimación del ancho de banda necesario.
3. Relevancia: Los enunciados son relevantes y están directamente relacionados con el objetivo principal de estimar el ancho de banda requerido por los habitantes del área de estudio.
4. Claridad: Los enunciados están redactados de manera clara, concisa y comprensible, utilizando un lenguaje sencillo y accesible para los encuestados.

Fecha de validación: 07/06/2024


CIP: 178633

Firma del Experto Informante