



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica

Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

**Diseño de una red FTTH basado en el estándar GPON
en las urbanizaciones de Nocheto, Los Perales y Santa
Rosa de Quives del distrito de Santa Anita**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

AUTOR

Robinson Nevardo HUALLANCA REMÓN

ASESOR

Rogelio Isaac VALDERRAMA ROMERO

Lima, Perú

2025



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Huallanca, R. (2025). *Diseño de una red FTTH basado en el estándar GPON en las urbanizaciones de Nocheto, Los Perales y Santa Rosa de Quives del distrito de Santa Anita*. [Trabajo de Suficiencia Profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Robinson Nevardo Huallanca Remón
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47181031
URL de ORCID	
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Rogelio Isaac Valderrama Romero
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	09074547
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-9436-0757
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Carlos Alberto Moreno Paredes
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01292577
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Manuel Francisco Bermeo Noriega
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08437735
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Oscar Armando Casimiro Pariasca
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06592392
Datos de investigación	
Línea de investigación	No aplica
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	No aplica

Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Santa Anita Urbanización: Nocheto, Los Perales y Santa Rosa de Quives Latitud: -12.047606, Longitud: -76.983814
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2022 - Diciembre 2022
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería eléctrica, Ingeniería Electrónica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA
Teléfono 619-7000 Anexo 4226
Calle Germán Amezaga 375 – Lima 1 – Perú



ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

ACTA N°015/FIEE-CTGT/2025

Los suscritos Miembros del Jurado, docentes permanentes de las Escuelas Profesionales de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, reunidos en la fecha 16 de abril del 2025, como presidente de Jurado el **DR. MORENO PAREDES, CARLOS ALBERTO**, integrado por el Miembro de Jurado el **MG. BERMEO NORIEGA MANUEL FRANCISCO**, el Miembro de Jurado **ING. CASIMIRO PARIASCA, OSCAR ARMANDO** y Miembro Asesor **ING. VALDERRAMA ROMERO, ROGELIO ISAAC**.

Después de escuchar la Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional del Bachiller **ROBINSON NEVARDO HUALLANCA REMÓN** con código N° **10190070** que para optar el Título Profesional de Ingeniero Electronico sustentó el Trabajo de Suficiencia Profesional titulado **DISEÑO DE UNA RED FTTH BASADO EN EL ESTÁNDAR GPON EN LAS URBANIZACIONES DE NOCHETO, LOS PERALES Y SANTA ROSA DE QUIVES DEL DISTRITO DE SANTA ANITA**.

El jurado examinador procedió a formular las preguntas reglamentarias y, luego de una deliberación en privado, decidió aprobar otorgándole el calificativo de *DISCULOCHO (18)*

Ciudad Universitaria, 16 de abril del 2025

DR. CARLOS ALBERTO MORENO PAREDES

Presidente Jurado

MG. BERMEO NORIEGA MANUEL FRANCISCO

Miembro Jurado

ING. OSCAR ARMANDO CASIMIRO PARIASCA

Miembro Jurado

ING. ROGELIO ISAAC VALDERRAMA ROMERO

Miembro Asesor



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú, Decana de América

Vicerrectorado de Investigación y Posgrado



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo **ING. Rogelio Isaac VALDERRAMA ROMERO** mi condición de asesor acreditado con el Acta de Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional: **DISEÑO DE UNA RED FTTH BASADO EN EL ESTÁNDAR GPON EN LAS URBANIZACIONES DE NOCHETO, LOS PERALES Y SANTA ROSA DE QUIVES DEL DISTRITO DE SANTA ANITA**, presentado por el bachiller HUALLANCA REMÓN ROBINSON NEVARDO, para optar al título profesional de Ingeniero Electronico. CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 16% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**. Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado correspondiente.

Firma del Asesor

DNI: 09074547

Nombres y apellidos del asesor:

Ing. Rogelio Isaac VALDERRAMA ROMERO

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo implementar una red de fibra óptica hasta el hogar usando el estándar GPON para brindar servicios de triple play y mejorar la conectividad en las urbanizaciones de Nocheto, Los Perales y Santa Rosa de Quives del distrito de Santa Anita.

El trabajo busca cubrir sectores de Santa Anita sin servicio de internet por parte de la empresa WIN, proyectando una penetración activa inicial del 50% que se irá incrementando gradualmente según la demanda de la población.

El presente trabajo se divide en 4 etapas que son: focalización de beneficiarios, diseño de la topología de la red, selección de equipamiento, y pruebas y mediciones de la red.

Para el dimensionamiento de los hogares se usará la encuesta censal del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), así como información recolectada del MapDrive para dimensionar la cantidad de hogares por celda.

El diseño de la red de fibra óptica se realiza en Google Earth.

Al concluir el trabajo se presenta los resultados del análisis de costo por puerto habilitado, así como pruebas y mediciones realizadas a la red.

Palabras clave: fibra óptica, banda ancha, servicio triple play, red FTTH, estándar GPON.

ABSTRACT

The objective of this work is to implement a fiber optic network to the home using the GPON standard to provide triple play services and improve connectivity in the urbanizations of Nocheto, Los Perales and Santa Rosa de Quives in the district of Santa Anita.

The work seeks to cover sectors of Santa Anita without internet service from WIN, projecting an initial active penetration of 50%, which will be gradually increased according to the population's demand.

The present work is divided into four stages: targeting of beneficiaries, design of the network topology, selection of equipment, and network testing and measurements.

For the sizing of households, the census survey of the National Institute of Statistics and Informatics (INEI) will be used, as well as information collected from MapDrive to size the number of households per cell. The network design is done in Google Earth.

At the end of the work, the results of the cost analysis per enabled port are presented, as well as tests and measurements made to the network.

Keywords: fiber optics, broadband, triple play service, FTTH network, GPON standard.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	II
ABSTRACT	III
TABLA DE CONTENIDO	IV
LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE TABLAS	IX
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO II: INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD	2
2.1 Institución – Actividad que desarrolla.	2
2.2 Periodo de duración de la actividad.	2
2.3 Finalidad y objetivos de la entidad	2
2.4 Razón social	3
2.5 Dirección postal	3
2.6 Nombre y correo electrónico del profesional a cargo.	3
CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	4
3.1 Organización de la actividad	4
3.2 Finalidad y objetivos de la Actividad	4
3.2.1 Finalidad	4
3.2.2 Objetivos	5
3.3 Problemática	5
3.3.1 Problema General	5
3.3.2 Problemas Específicos	5
3.3.3 Justificación e importancia de la investigación.	6
3.4 Metodología	9
3.4.1 Bases teóricas	10
3.4.2 Marco conceptual.	11
3.5 Procedimiento	21

3.5.1	Focalización de beneficiarios	22
3.5.2	Diseño de la red	23
3.5.3	Elección de materiales	36
3.5.4	Cálculo de presupuesto óptico de la red.	41
3.5.5	Pruebas y mediciones	47
3.6	Resultado de la actividad	50
CAPITULO IV: DISCUSION DE RESULTADOS		53
4.1	Descripción de la implementación	53
CAPITULO V: CONCLUSIONES		54
CAPITULO VI: RECOMENDACIONES		55
CAPITULO VII: REFERENCIAS		56
CAPITULO IX: ANEXOS		59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama del área de planificación WIN. Fuente: Elaboración propia.	4
Figura 2: Hogares con acceso a internet fijo en Lima Metropolitana entre el año 2018-2022. Fuente: ERESTEL, 2022.....	6
Figura 3: Velocidad contratado en el servicio de internet fijo entre e año 2018-2022. Fuente: ERESTEL, 2022.....	7
Figura 4: Tecnología de acceso a internet fijo en el distrito de Santa Anita. Fuente: Adaptado de la plataforma PUNKU.	7
Figura 5: Celdas ubicadas en el distrito de Santa Anita. Fuente: Elaboración propia.	9
Figura 6: Elementos de la fibra óptica. Fuente: Axion Corporation.....	12
Figura 7: Diferencia entre estructura holgada y estructura ajustada. Fuente: Adaptado de Omar Grazini, 2021	12
Figura 8: Características mecánicas de los materiales de la envoltura externa. Fuente: Adaptado de Omar Grazini, 2021	13
Figura 9: Código de colores de los cables de fibra óptica. Fuente: Elaboración propia	14
Figura 10: Red de fibra hasta el hogar. Fuente: adaptado de community.fs	16
Figura 11: Topología tipo árbol. Fuente: Marchukov, 2011	17
Figura 12: Topología tipo anillo. Fuente: Marchukov, 2011	17
Figura 13: Topología tipo bus. Fuente: Marchukov, 2011	18
Figura 14: Cruce americano para cambio de dirección de tendido de fibra óptica. Fuente: Adaptado de msm.gov.ar.	19
Figura 15: Distancia de seguridad mínima entre los cables de energía y el cable de fibra óptica. Fuente: Adaptado de procedimiento y métodos de instalación, OSIPTEL.....	20

Figura 16: Distancia de seguridad vertical entre los cables de energía y el nivel de piso. Fuente: Adaptado de procedimiento y métodos de instalación, OSIPTEL.	21
Figura 17: Evaluación censal por grupos de edad. Fuente: INEI encuesta censal 2017	22
Figura 18: Plano de ingreso per cápita del hogar por manzanas. Fuente: Planos estratificados de Lima Metropolitana a nivel de manzanas 2020.....	23
Figura 19: Mapa de sectorizado por celdas donde se realizará el diseño. Fuente: Elaboración propia	24
Figura 20: Arquitectura FTTH de la red residencial WIN. Fuente: Elaboración propia	26
Figura 21: Diagrama de red Backbone tipo anillo. Fuente: WIN	27
Figura 22: Ubicación de nodo Flamengos. Fuente: Elaboración propia.	28
Figura 23: Ubicación de los postes e infraestructura. Fuente: Elaboración propia.	29
Figura 24: Diseño de planta externa. Fuente: Elaboración propia.....	31
Figura 25: Primera parte del diagrama unifilar. Fuente: Elaboración propia .	32
Figura 26: Segunda parte del diagrama unifilar. Fuente: Elaboración propia	32
Figura 27: Arquitectura de la red de distribución. Fuente: Elaboración propia	33
Figura 28: Red de distribución de la celda 47. Fuente: Elaboración propia ..	34
Figura 29: Red de distribución de la celda 46. Fuente: Elaboración propia. .	34
Figura 30: Red de distribución de la celda 45. Fuente: Elaboración propia ..	35
Figura 31: Red de distribución de la celda 44. Fuente: Elaboración propia. .	35
Figura 32: Red de distribución de la celda 43. Fuente: Elaboración propia. .	36
Figura 33: Instalación óptica en la última milla – residenciales. Fuente: Elaboración propia.....	36
Figura 34: OLT Huawei MA5800T. Fuente: Huawei.....	37
Figura 35: Transceptor SPF Huawei C+. Fuente:Huawei.com	38
Figura 36: ODF 96 de 96 terminaciones. Fuente: Opticom.com.....	38
Figura 37: Cable ADSS de 96H. Fuente: multicominc.com.	39
Figura 38: Mufa tipo domo. Fuente: Elaboración propia.....	39

Figura 39: Caja Terminal Óptica de 16 puertos. Fuente: Elaboración propia	40
Figura 40: Acondicionamiento de CTO en poste. Fuente: Elaboración propia	40
Figura 41: Fibra óptica drop de 1h G.657A2-fdc-s3. Fuente: Multiplay.com	41
Figura 42: ONT (Huawei eg8145v5). Fuente: Huawei.com	41
Figura 43: Potencia mínima necesaria para la transmisión. Fuente: adaptado de Pietro Zapardiel, 2014	42
Figura 44: Longitud máxima para una óptima transmisión óptica. Fuente: adaptado de Pietro Zapardiel, 2014	43
Figura 45: Vista del tramo para calculo de presupuesto óptico. Fuente: Elaboración propia	44
Figura 46: Cálculo de longitud máxima para el proyecto. Fuente: Elaboración propia	45
Figura 47: Parámetros fundamentales de la OTDR. Fuente: Elaboración propia	48
Figura 48: Medición de prueba para el hilo 1 de la troncal de 96 hilos. Fuente: Elaboración propia	49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Participación de los operadores de telecomunicación en el mercado de internet fijo en el distrito de Santa Anita. Fuente: Adaptado de la plataforma PUNKU.	8
Tabla 2: Distancia de seguridad vertical para cables de comunicación.	20
Tabla 3: Distancia de seguridad vertical entre los alambres, conductores y cables sobre el nivel de piso.	21
Tabla 4: Cantidad de hogares por celda	24
Tabla 5: Penetración activa por celda en el distrito de Santa Anita.	25
Tabla 6: Puertos activos proyectados al 50% de penetración	26
Tabla 7: Nomenclatura de las Cajas de empalme usadas en el proyecto	30
Tabla 8: Valores de atenuación.	44
Tabla 9: Cálculo de pérdidas máximas por celda en la red en el tramo de mayor distancia para 1310 nm	45
Tabla 10: Cálculo de pérdidas máximas por celda en la red en el tramo de mayor distancia para 1490 nm	46
Tabla 11: Cálculo de pérdidas máximas por celda en la red en el tramo de mayor distancia para 1550 nm	46
Tabla 12: Tabla de potencias mínimas calculadas por celda hasta la casa de cliente.	47
Tabla 13: Tabla comparativa entre potencia medida y potencia calculada en la longitud de onda 1490nm	49
Tabla 14: Costo de servicio de planta externa	50
Tabla 15: Costo de Materiales de planta externa	51

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las telecomunicaciones y el acceso a las TIC (Tecnología de la información) permite el desarrollo económico y social generando un impacto positivo en la educación y la salud; sin embargo, a pesar de la importancia de las TIC en el Perú aún existe una brecha digital.

La fibra óptica cumple un rol importante en la reducción de la brecha digital al permitir brindar un servicio de banda ancha permitiendo el acceso a servicios educativos, oportunidades laborales y nuevos mercados en línea.

Actualmente el acceso a internet se ha extendido. El informe “Dividendos digitales, panorama general” elaborado por el Banco Mundial analiza el impacto de internet en el desarrollo económico de los países y concluye que el crecimiento económico, el empleo y los servicios son los mayores beneficiados al cerrar la brecha digital. El internet permite la expansión comercial, acceder a nuevos mercados y a información que mejora la productividad (Grupo Banco Mundial, 2016).

De acuerdo a las experiencias en Latinoamérica el Ministerio de Transportes y Comunicaciones recomienda que el acceso a internet debe ir de la mano de las capacitaciones sobre TIC.

El presente trabajo de investigación se diseñará una red de fibra óptica hasta el hogar con estándar GPON que permita una conexión de banda ancha de calidad y confiable para ofrecer el servicio triple play en sectores de Santa Anita donde WIN aún no brinda servicio de internet.

CAPITULO II: INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD

2.1 Institución – Actividad que desarrolla.

WIN es una empresa que desde el año 2017 viene ofreciendo servicio de telefonía fija y televisión digital, usando una conexión de 100% fibra óptica.

WIN ofrece un internet confiable y de velocidad simétrica que permite conectar varios dispositivos a la vez con velocidades que van de los 400 hasta 1000 Mbps

2.2 Periodo de duración de la actividad.

El proyecto tuvo una duración de 3 meses desde la elaboración del pre diseño hasta la implementación del mismo.

2.3 Finalidad y objetivos de la entidad

WIN es una empresa peruana que busca ofrecer una experiencia digital confiable, veloz y de alta calidad a través de una red FTTH con 100% fibra óptica.

2.4 Razón social

WIN-NET TELECOM S.A.C.

2.5 Dirección postal

Av. República de Panamá, Urb. Limatambo, 3418/2301

2.6 Nombre y correo electrónico del profesional a cargo.

Nombre: Carlos Guerrero Villavicencio.

Correo: cguerrero@winempresas.pe

CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

3.1 Organización de la actividad

En la figura 1 se muestra un organigrama del área de planificación WIN

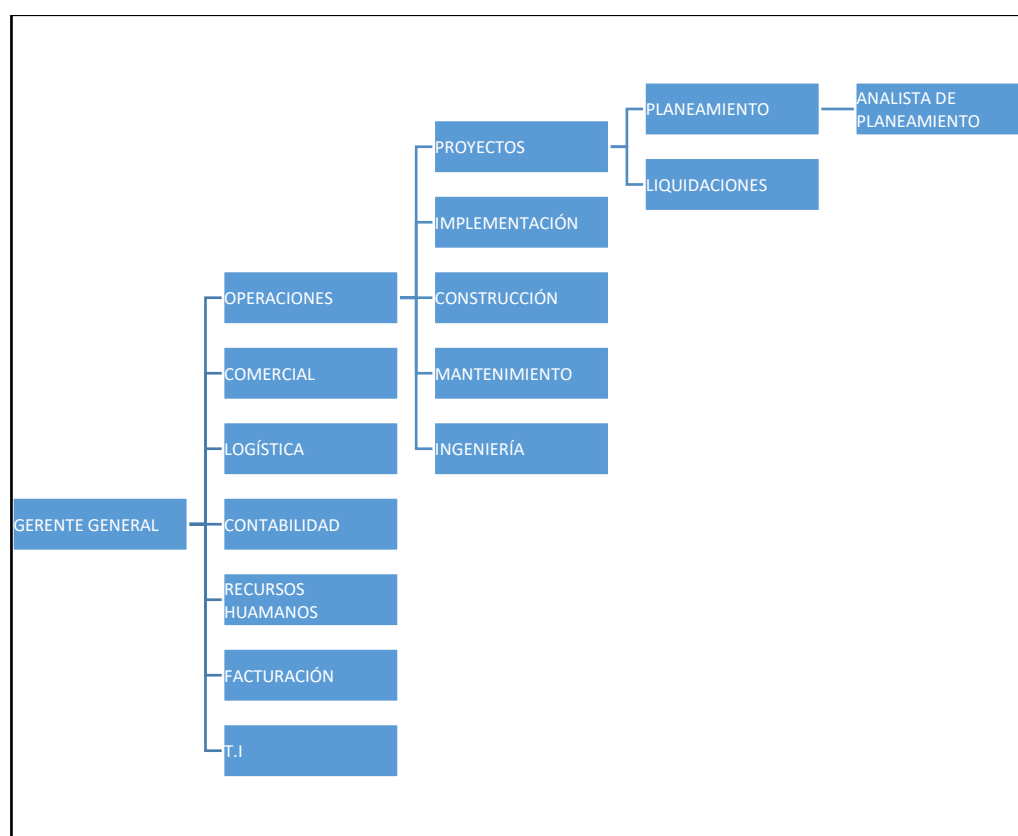


Figura 1: Organigrama del área de planificación WIN. Fuente: Elaboración propia.

3.2 Finalidad y objetivos de la Actividad

3.2.1 Finalidad

Incrementar la cobertura de servicio de internet de banda ancha en el distrito de Santa Anita.

3.2.2 Objetivos

3.2.2.1 Objetivos General. Diseñar una red FTTH con estándar GPON para las urbanizaciones de Nocheto, Los Perales y Santa Rosa de Quives ubicados en Santa Anita para expandir la cobertura del servicio de internet de banda ancha.

3.2.2.2 Objetivos Específicos.

- a) Determinar la penetración activa de la red FTTH existente en el distrito de Santa Anita.
- b) Diseñar la red de transporte y distribución de fibra óptica en las urbanizaciones de Nocheto, Los Perales y Santa Rosa de Quives, y calcular el presupuesto óptico de la red.
- c) Establecer las pruebas necesarias que validen la correcta operación de la red FTTH con estándar GPON para las urbanizaciones de Nocheto, Los Perales, Santa Rosa de Quives.

3.3 Problemática

3.3.1 Problema General

¿Cómo diseñar una red de acceso usando una red FTTH con estándar GPON en las urbanizaciones de Nocheto, Los Perales y Santa Rosa de Quives del distrito de Santa Anita para expandir la cobertura del servicio de internet de banda ancha?

3.3.2 Problemas Específicos

- a) ¿Cuál es la penetración activa de la red existente en el distrito de Santa Anita?
- b) ¿Cómo diseñar y calcular el presupuesto óptico de la red de transporte y distribución de fibra óptica en las urbanizaciones de Nocheto, Los Perales y Santa Rosa de Quives del distrito de Santa Anita?
- c) ¿Qué proceso se sigue para validar el diseño de la red FTTH?

3.3.3 Justificación e importancia de la investigación.

Según la Encuesta Residencial de Servicios de Telecomunicaciones (ERESTEL) elaborada el año 2022 se pudo notar que el 73,5% de la población de Lima Metropolitana tiene acceso a internet fijo con unas tendencias creciente entre los años 2018-2022, tal como se muestra en la figura 2 sobre hogares con acceso a internet en lima metropolitana. Las familias encuestadas manifestaron haber contratado mayores velocidades de internet fijo tal como se muestra en la figura 3, donde el 19.8 % contrato entre 20 y 60 Mbps y el 20.7% más de 60 Mbps. De modo que la demanda de internet de banda ancha está aumentando lo que refleja un mercado que quiere contratar más este servicio (OSIPTTEL, 2022).

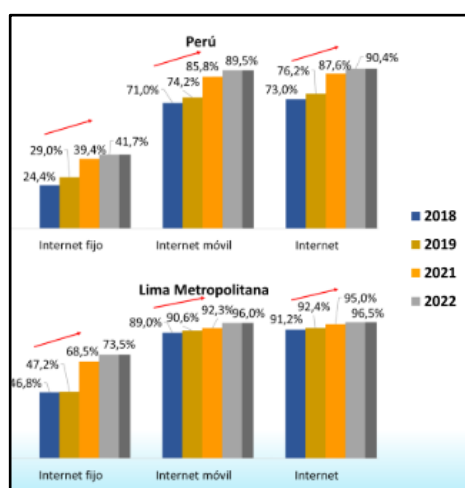


Figura 2: Hogares con acceso a internet fijo en Lima Metropolitana entre el año 2018-2022. Fuente: ERESTEL, 2022

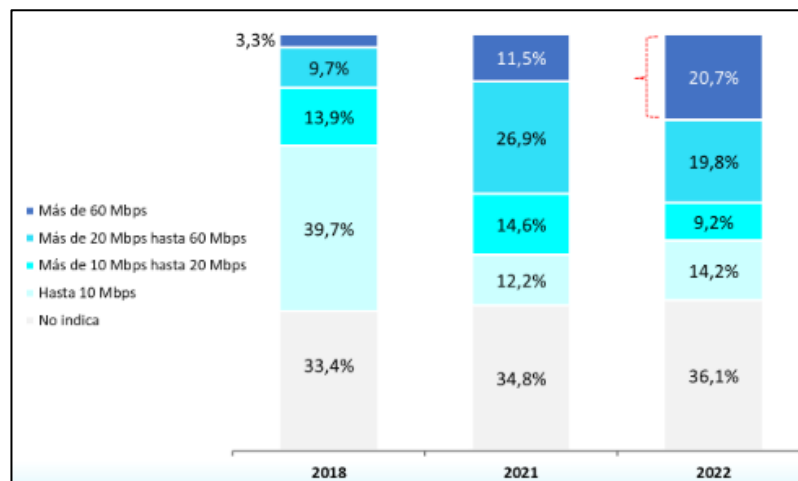


Figura 3: Velocidad contratado en el servicio de internet fijo entre e año 2018-2022. Fuente: ERESTEL, 2022

Punku es una plataforma de internet que permite visualizar la información que reportan las empresas operadoras. En estos datos se puede observar que las tecnologías más usadas para acceder a internet en el distrito de Santa Anita son la fibra óptica y el cablemódem, con un 46.6% y 48.3% respectivamente Tal como se muestra en la figura 4 (OSIPTEL, 2024).

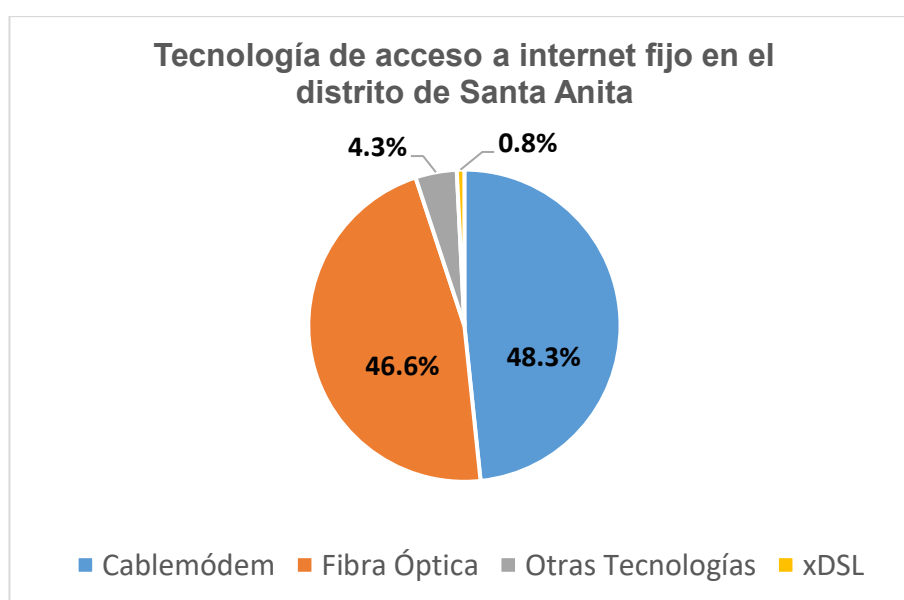


Figura 4: Tecnología de acceso a internet fijo en el distrito de Santa Anita. Fuente: Adaptado de la plataforma PUNKU.

En el mismo informe se observa que WIN-NET cuenta actualmente con una participación 33.4% en el mercado de internet fijo en el distrito de Santa Anita, brindando el servicio de internet de banda ancha a través de fibra óptica, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1: Participación de los operadores de telecomunicación en el mercado de internet fijo en el distrito de Santa Anita. Fuente: Adaptado de la plataforma PUNKU.

Empresa	Sector Residencial	Sector Comercial
TELEFÓNICA DEL PERU S.A.A.	40.0%	58.4%
WI-NET TELECOM S.A.C.	33.4%	0.0%
AMERICA MOVIL PERU S.A.C.	16.9%	17.9%
EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES MULTIMEDIA ALFA S.A.C.	4.2%	1.7%
ENTEL PERÚ S.A.	2.7%	11.8%
FIBERLINE PERU S.A.C.	1.4%	0.6%
DIRECTV PERU S.R.L.	0.6%	0.0%
VIETTEL PERU S.A.C.	0.6%	0.5%
P Y D TELECOM S.R.L	0.3%	0.0%
CIRION TECHNOLOGIES PERU S.A.	0.0%	0.1%
FIBERLUX S.A.C.	0.0%	0.4%
FIBERLUX TECH S.A.C.	0.0%	2.7%
WIN EMPRESAS S.A.C.	0.0%	2.5%
GTD PERÚ S.A.	0.0%	1.9%
AMERICATEL PERÚ S.A.	0.0%	1.4%

En respuesta a la creciente demanda se optó por expandir su infraestructura para incrementar su cobertura de servicios en el distrito de Santa Anita.

El presente trabajo permitirá dimensionar una red de transporte y distribución desde el nodo hasta los sectores de Santa Anita que no cuentan con el servicio de internet. Estos sectores fueron previamente seleccionados por el área comercial.

Para el facilitar el despliegue de la red de fibra óptica, el distrito de Santa Anita será segmentado en códigos postales. Estos códigos postales son divididos en pequeñas celdas limitados por dobles vías, o avenidas principales.

En la siguiente figura 5 se muestra las celdas que actualmente tienen cobertura de servicio de internet y las celdas donde se tiende la nueva red.

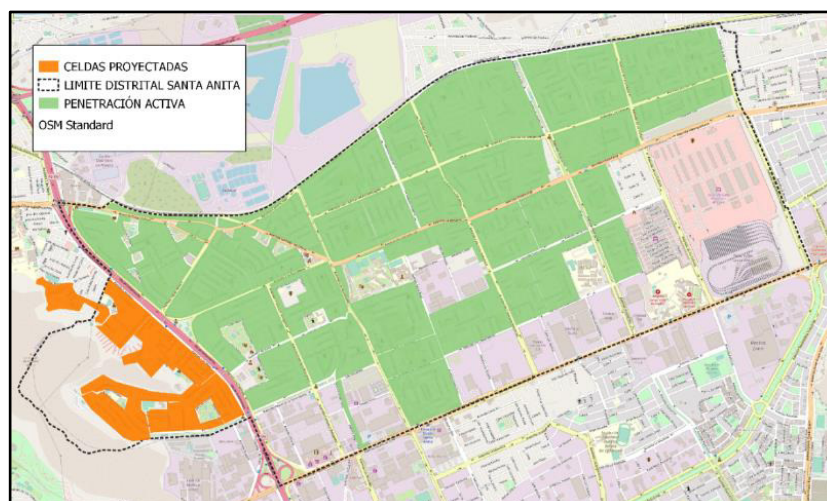


Figura 5: Celdas ubicadas en el distrito de Santa Anita. Fuente: Elaboración propia.

3.4 Metodología

Se ha seleccionado la zona donde se desarrollará el presente trabajo de investigación en base a los requerimientos del área comercial. La zona seleccionada por el sector comercial solo comprende zonas residenciales (viviendas particulares), en cambio no comprende condominios y edificios. Por lo tanto, el dimensionamiento de la red solo se realizará para viviendas particulares.

El presente trabajo es una investigación de tipo tecnológica se usará información de fuente primaria y secundaria.

La información primaria se obtendrá de las encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI) y de la capa de infraestructura de la red existente; la información secundaria, de MAP DRIVE.

En el presente proyecto se usarán los siguientes instrumentos informáticos:

- INEI, de donde se obtendrá datos relevantes respecto a la población y servicios básicos que hay en el distrito de Santa Anita.
- MAP DRIVE, permite obtener información de hogares pasados enfocados solo en las zonas de nuestro interés.
- GOOGLE EARTH, se usará esta herramienta para diseñar la topología física de nuestra red de fibra óptica.

3.4.1 Bases teóricas

Pomatanta diseña una red FTTH para proporcionar servicios de triple play (internet, teléfono VoIP e IPTV) en el distrito de Pueblo Libre. En el trabajo se diseñó una red escalable y segura usando la topología tipo árbol; además de usar el estándar GPON por su bajo costo de mantenimiento.

Al concluir el proyecto se aumentó la penetración activa en 85% para dar acceso al servicio de internet de banda ancha a 7936 hogares potenciales en el distrito de Pueblo Libre (Pomatanta Espinoza, 2021).

Quezada plantea como objetivo diseñar una red FTTH usando el estándar GPON con la finalidad de mejorar la calidad de servicio de internet en el distrito de Chorrillos. El diseño usa una topología tipo anillo en la red de alimentación, para brindar respaldo en caso se produzca alguna contingencia en la red troncal; así mismo, usa una topología tipo estrella para la red de distribución. Finalmente, se realiza una contrastación económica y tecnológica entre la antigua red HFC que existía entre las Av. Defensores del Morro y los Faisanes del distrito de Chorrillos y la nueva red construida, concluyendo que la red de fibra óptica brinda una mayor velocidad a un menor costo (Quezada Alegría, 2021)

Arribasplata plantea mejorar la calidad de internet de banda ancha mediante la red FTTH con estándar GPON en el distrito de Santiago de Surco a través de una solución preconectorizada. Para tal propósito plantea el uso de cajas NAP con splitter de 1x8 para la red de alimentación y la red de distribución. Para el análisis económico realizó un análisis del VAN y el TIR para un periodo

de 5 años, mostrando un VAN de 10% y un TIR de 19% (Arribasplata Terrones, 2021).

Rodríguez propone una mejora tecnológica a través del reemplazo del cable de cobre por fibra óptica en el Barrio de la Luz, Quito. La nueva red usa una topología tipo gusano a través de los postes eléctricos existentes en la zona. Para planificar y calcular las pérdidas de la red se simula en el software Optisystem. En esta simulación, se obtuvo una pérdida de 0.19db por kilómetro con una potencia de simulada de 21.83 dbm en el tramo más largo, en comparación al medido con el power meter que mostró una lectura de 20dbm (Rodríguez San Lucas, 2022).

3.4.2 Marco conceptual.

3.4.2.1 Fibra óptica. La fibra óptica es un guía de onda formado por un fino hilo de vidrio de 5µm a 10 µm constituido por dos capas con diferente índice de refracción. Existen dos tipos de fibra óptica según el tipo de propagación: fibra monomodo y fibra multimodo.

La fibra monomodo tiene un pequeño diámetro de núcleo (de 1 a 10 µm) permite enviar un gran ancho de banda a grandes distancias. Tiene un índice de refracción escalonado por lo que el índice del núcleo y su cubierta son muy diferentes.

La fibra Multimodo está constituido por un núcleo de mayor diámetro; la señal entra en diferentes ángulos y llega en diferentes fases. Se usan para cortas distancias (Castro Mandujano, 2019).

La fibra óptica ofrece múltiples ventajas entre ellas: la transmisión a gran distancia con poca pérdida de potencia, transmisión de múltiples señales a través de la misma fibra, inmune a las interferencias electromagnéticas, el pequeño tamaño y poco peso facilita su instalación (Moya Huidobro, 2004).

3.4.2.2 Cable de fibra óptica. Tiene como finalidad proteger a la fibra de daños físicos que podrían ocurrir durante el proceso de instalación.

Los elementos comunes en todos los tipos de fibra óptica son: la fibra óptica, el buffer, el elemento de tracción y la envoltura externa o empaquetado, tal como se muestra en la figura 6 (Omar Grazini, 2021)

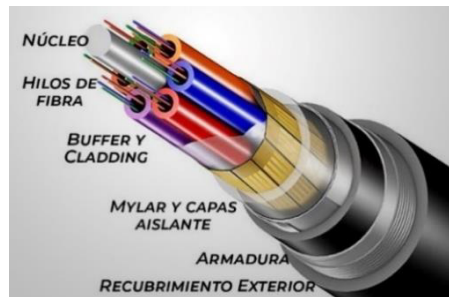


Figura 6: Elementos de la fibra óptica. Fuente: Axion Corporation.

La fibra óptica es el elemento más pequeño y frágil que permite enviar la señal óptica hasta los clientes.

El buffer es una estructura tubular compuesta de un material plástico flexible. Se pueden distinguir dos tipos de buffer: de estructura holgada y de estructura ajustada.

En los buffers de estructura holgada se tiene a la fibra suelta dentro del tubo, lo que le permite estar aislada y tener mayor resistencia a los estiramientos. Está usualmente cubierto de un gel que lo protege a la fibra contra la humedad.

Los buffers de estructura ajustada son de menor diámetro. Al tener la fibra inmovilizada recibe protección de manera directa frente a golpes y aplastamientos, sin embargo, tienen un límite de curvatura que no se debe de sobrepasar, tal como se demuestra en la figura 7 (Omar Grazini, 2021).

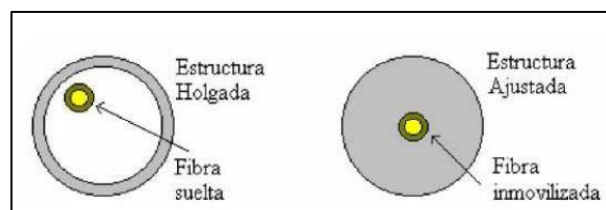


Figura 7: Diferencia entre estructura holgada y estructura ajustada. Fuente: Adaptado de Omar Grazini, 2021

El elemento de tracción está compuesto de una malla de hilos de aramida conocida como Kevlar que proporciona resistencia mecánica al cable de fibra óptica. Para cables de múltiples fibras se usa un elemento de acero o de fibra de vidrio reforzado con resina sintética (epoxi). En la figura 8 se muestra las características mecánicas de los materiales de la envoltura externa

La envoltura externa provee de protección final al cable y sus características dependen del material por el cual este compuesto.

Propiedades	PVC	Polietileno			Poli-propileno	Poli-uretano	Nylon	Teflón
		Baja densidad	Cellular	Alta Densidad				
Resistencia a la oxidación	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	E
Resistencia al calor	MB-B	B	B	MB	MB	B	MB	E
Resistencia al aceite mineral	R	B	B	B-MB	R	MB	MB	E
Flexibilidad a baja temperatura	P-R	B-MB	MB	MB	P	B	B	E
Resistencia a la radiación solar	B-MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	E
Resistencia al Ozono	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Resistencia a la abrasión	R-B	R-B	MB	MB	R-B	E	MB	MB
Propiedades eléctricas	R-B	MB	MB	MB	MB	P	P	MB
Resistencia al fuego	MB	P	P	P	P	R	P	E
Resistencia a la radiación atómica	B	B	B	B	R	B	R-B	P
Resistencia al agua	MB	MB	MB	MB	MB	P-B	P-R	MB
Resistencia a los ácidos	B-MB	B-MB	B-MB	B-MB	MB	R	P-R	MB
Resistencia a los álcalis	B-MB	B-MB	B-MB	B-MB	MB	R	MB	MB
Resistencia a los hidrocarburos aromáticos	P	P-R	P-R	P-R	P-R	B	B	MB
Resistencia a los solventes desengrasantes	P-R	P	P	P	P	P	B	MB
Resistencia al alcohol	B-MB	MB	MB	MB	MB	P	P	MB

E = Excelente MB = Muy bueno B = Bueno R = Regular P = Pobre

Figura 8: Características mecánicas de los materiales de la envoltura externa. Fuente: Adaptado de Omar Grazini, 2021

3.4.2.3 Característica del cable de fibra óptica. Entre las principales características de la fibra óptica se tiene a la longitud y la carga.

La longitud es una característica importa que por lo general vienen impresas en la cubierta del cable. El cable de fibra óptica seleccionado para este proyecto viene en una bobina de 5km, por lo que se necesitará usar mufas de empalme recto para troncales que sobrepasen esta longitud.

Se pueden distinguir dos tipos de carga: Carga de instalación y la carga de operación. La carga de instalación viene determinada por las condiciones

mecánicas a las que se somete el cable en el proceso de instalación. Por otro lado, la carga de operación viene determinada por factores externos (acción del viento, acumulación de hielo, humedad) a los que está sometido el cable ya instalado (Omar Grazini, 2021).

3.4.2.4 Identificación de los cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica suelen identificarse por un código de colores que permite distinguir los buffers y la fibra óptica, tal como se muestra en la figura 9.

Número de Fibra	Color del Buffer	Color de la fibra
RESULTADOS		
1	AZUL	Azul
2		Naranja
3		Verde
4		Café
5		Gris
6		Blanco
7		Rojo
8		Negro
9		Amarillo
10		Violeta
11		Rosa
12		Azul Claro

Figura 9: Código de colores de los cables de fibra óptica. Fuente: Elaboración propia

3.4.2.5 Redes ópticas pasivas PON. Es un sistema de conexión de punto a multipunto que usa divisores ópticos pasivos para transmitir datos a los clientes a través de cables de fibra óptica, por lo que son inmunes a interferencias electromagnéticas (Castro Mandujano, 2019).

Se denomina pasiva porque no usa una fuente de alimentación, excepto en los puntos de transmisión y recepción lo que permite reducir el consumo eléctrico.

Se consideran a la tecnología EPON y GPON entre los principales estándares que se usan en las redes ópticas pasivas PON.

3.4.2.6 Estándar EPON. Especificada en la norma IEEE 802.3ah (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos). Permite enviar datos, voz y video a través de paquete ethernet con un alcance físico y lógico de 20 Km con

velocidad máxima de 1.25 Gbps tanto de subida como de bajada. Un puerto EPON permite dar servicio hasta 32 usuarios.

3.4.2.7 Estándar GPON. Especificado en la recomendación ITU-T G.984.1, G.984.2, G.984.3 y G.984.4 (Unión Internacional de Telecomunicaciones) permite transmitir voz, datos y videos (*servicio* triple play) gran distancia de manera escalable y sin perder calidad por lo que es ampliamente usado en redes FTTH. Tiene un alcance físico de 20 km y un alcance lógico de 60 km con velocidad de 1.2 Gbps de subida y 2.5 de descarga (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2003). Permiten dar servicio hasta 64 usuarios por puerto GPON.

Está constituido por OLT, ODN y ONT a través de los cuales se realizan transmisiones en sentido descendente y sentido ascendente, utilizando diferentes longitudes de onda para evitar interferencia. De esta manera, es posible enviar información a través de un único hilo de fibra óptica. Se usa una longitud de onda de 1490 nm para la transmisión en sentido descendente (Downstream) y 1310nm para la transmisión en sentido ascendente (Upstream). Si se transmite una señal de video, se emplea la longitud de onda de 1550 nm (Quezada Alegría, 2021).

La OLT está ubicada en la central GPON, es el elemento activo más importante de la red. Es el punto de partida de una red FTTH tiene como función principal controlar la información que se transmite a través de la ODN (Red de Distribución Óptica) en los dos sentidos de transmisión.

El splitter es un elemento pasivo que forma parte de la ODN. Ubicados dentro de las cajas de empalme, sirve para dividir la potencia óptica. Pueden tener de 2,4,8,16,32,64 a 128 salidas.

La ONT es un equipo terminal ubicado en el hogar del usuario, tiene como función convertir la señal óptica en señal digital que puede ser procesada por un router y transmitida a través de cable o redes inalámbricas WIFI (The Fiber Optic Association, 2024).

En el sentido descendente, se emplea transmisión broadcast mediante TDM (Multiplexación por División de Tiempo), en la cual la OLT transmite paquetes a todas las ONTs. La ONT, a su vez, filtran y procesan solo la información correspondiente a cada usuario.

En el sentido ascendente, los paquetes son enviados desde la ONT hacia la OLT utilizando TDMA (Acceso Múltiple por División de Tiempo). Para evitar traslapes entre los paquetes, estos deben enviarse en una ventana de tiempo específica. Por ello, la OLT necesita conocer la distancia a la que se encuentra cada ONT, con el fin de calcular el tiempo de llegada de cada paquete.

3.4.2.8 Estándar XGS-PON. La estándar XGS-PON es el resulta de evolución de las redes PON y fue publicada en la recomendación ITU-T G.9807.1. La abreviatura XGS hace referencia a que la nueva red permite alcanzar 10 Gbps (XG) de velocidad simétrica (S).

Además de ofrecer mayor ancho de banda, su baja latencia permite jugar en línea de forma fluida, ver videos de alta resolución, transferir grandes volúmenes de datos y usar aplicaciones de realidad aumentada e internet de las cosas (IoT).

Es compatible con GPON lo que permite actualizarse a XGS-PON de manera gradual.

3.4.2.9 Arquitectura FTTX. FTTx es un término general que hace referencia a las tecnologías FTTH, FTTB, FTTN, FTTC, FTTP. La última letra indica el destino de la fibra.

En este trabajo se usará la tecnología FTTH (Fibra hasta el hogar) el cual se tiende desde el nodo hasta el hogar del usuario donde se encuentra el terminal encardo de convertir la señal óptica a señal eléctrica, el cual es transmitido por WIFI, por cable de cobre coaxial o por cable UTP como se muestra en la figura 10.

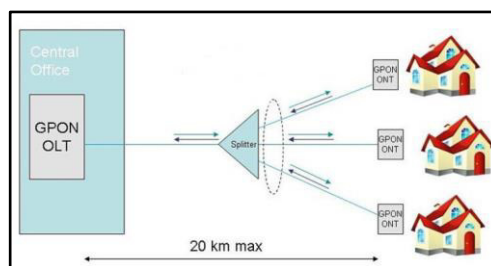


Figura 10: Red de fibra hasta el hogar. Fuente: adaptado de community.fs

3.4.2.10 Topología de redes de fibra óptica. Se pueden distinguir tres tipos de topología.

La Topología estrella, también llamada topología tipo árbol, está formado por una cabecera de red (OLT) y splitters de primer a segundo nivel que dividen la señal óptica hasta llegar a la ONT, como se muestra en la figura 11.

Se usó esta topología por ser escalable y de bajo costo, lo que permite llegar a más clientes en futuras ampliaciones de red.

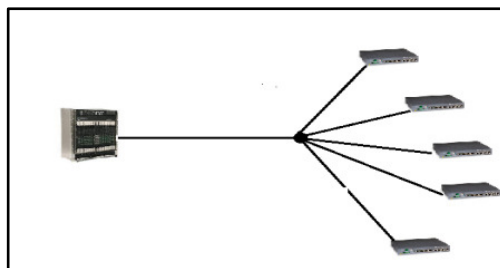


Figura 11: Topología tipo árbol. Fuente: Marchukov, 2011

La topología anillo es muy robusta y permite recuperar con mucha facilidad la comunicación en caso ocurra alguna avería en una de sus rutas (figura 12). Para ello será necesario enviar información por rutas diferentes. Esta topología se usará para la integración de los nodos (Marchukov, 2011).

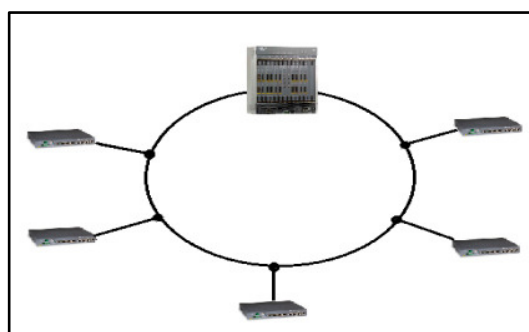


Figura 12: Topología tipo anillo. Fuente: Marchukov, 2011

La topología bus es una arquitectura poco fiable frente a averías porque el nodo y las ONTs comparten un enlace común en las dos direcciones de tráfico. En una dirección la OLT transmite datos hacia las ONTs y en otra dirección, lee y elimina tráfico proveniente de las ONTs (figura 13) (Marchukov, 2011).

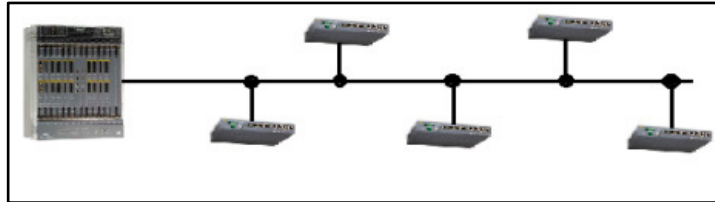


Figura 13: Topología tipo bus. Fuente: Marchukov, 2011

3.4.2.11 Términos para obras en planta externa. Conocer las definiciones y términos básicos son esenciales para lograr una comprensión más clara y asegurar una comunicación efectiva durante los trabajos de planta externa. Para las definiciones de términos se usó textos proporcionados por Osiptel a Gilat (OSIPTEL, 2011).

- **Apoyo:** Ferretería necesaria instalada en la infraestructura eléctrica para el soporte de la fibra óptica
- **Anclaje:** infraestructura usada para contrarrestar la tensión del temple de los conductores sobre los postes
- **Ángulo:** Cambio de dirección de los conductores.
- **Vano:** Distancia de separación entre dos postes
- **Flecha:** Distancia de separación vertical máxima entre la catenaria y la línea imaginaria recta que hace contacto entre dos postes que sujetan a la fibra óptica.
- **Catenaria:** Es la curva ideal formada por un cable de carga uniforme sujeto entre dos puntos ubicados a una misma altura.
- **Contacto:** Cada una de las líneas de comunicación que se sujetan en el soporte.

3.4.2.12 Normativa para la ejecución de tendidos aéreos en planta externa. Para planificar el desarrollo de las actividades de manera adecuada se debe de realizar una evaluación ocular del área de trabajo y verificar que se cumplan con las normas de seguridad internas establecidas por ON (Optical Network). También se deben de validar que los materiales se van a utilizar durante el despliegue sean homologados y se encuentran en buen estado, para validarlo se tendrán que realizar pruebas reflectometrías de ser necesario.

Para calcular la longitud del cable de fibra óptica tendida se debe considerar la distancia entre postes, la flecha y una longitud adicional para los empalmes. Para fines prácticos se considera la flecha como 1% de la distancia entre los postes (Pomatanta Espinoza, 2021).

Para cambiar la dirección del tendido de fibra óptica se emplea los cables mensajeros (cable acerado de 3/4 o 3/16 de diámetro). El cable acerado se sujeta a dos postes a través de preformados y fijaciones; la distancia entre los postes no debe superar de los 50 metros, como se muestra en la figura 14. Considerar que en postes de infraestructura eléctrica se emplearán cables mensajeros forrados para evitar inducción eléctrica.

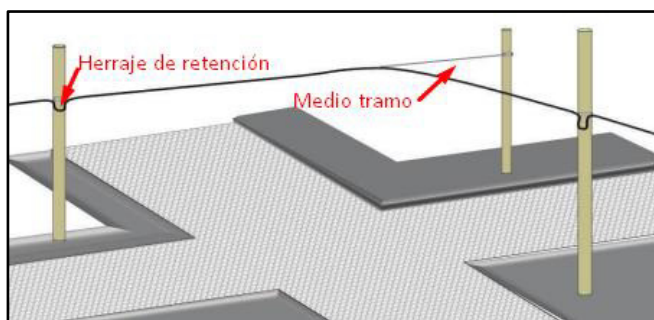


Figura 14: Cruce americano para cambio de dirección de tendido de fibra óptica. Fuente: Adaptado de msm.gov.ar.

Para la instalación de cables de fibra óptica en infraestructuras eléctricas se considerará las distancias mínimas de seguridad establecido en las recomendaciones del Código Nacional de Electricidad y Suministro, las

mismas que se presentan en la tabla 2 y en la figura 15 (Ministerio de Energía y Minas, 2011).

Tabla 2: Distancia de seguridad vertical para cables de comunicación.

	Cables de suministro de baja tensión	Conductores de suministro media tensión.
Mensajeros, conductores y cables de comunicación	0.6 m	1.8 m

Fuente: Adaptado del Código Nacional de Electricidad y Suministro

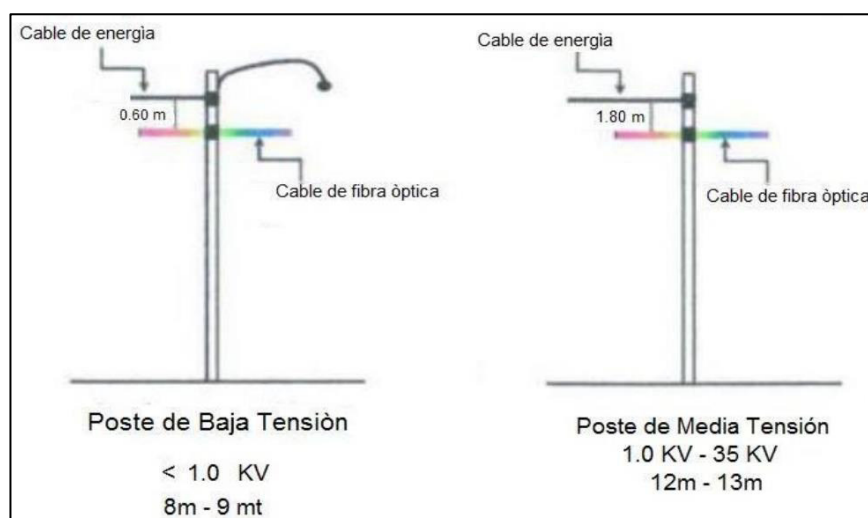


Figura 15: Distancia de seguridad mínima entre los cables de energía y el cable de fibra óptica. Fuente: Adaptado de procedimiento y métodos de instalación, OSIPTEL.

La distancia mínima de seguridad vertical varía según el tipo de vía por donde pasa el cable de fibra óptica y mide la distancia entre el nivel del piso y la catenaria (figura 16). En la siguiente tabla 3 se muestra las distancias verticales establecidas en el Código Nacional de Energía y Suministro.

Tabla 3: Distancia de seguridad vertical entre los alambres, conductores y cables sobre el nivel de piso.

Descripción	Baja tensión	Media tensión
Vías férreas de ferrocarriles	7,3 m	8 m
Carreteras y avenidas sujeta al tráfico de camiones	5,5 m	6,5 m
Calzadas, zonas de parqueo, y callejones	5,5 m	6,5 m
Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículo	4 m	5 m

Fuente: Código Nacional de Electricidad y Suministro

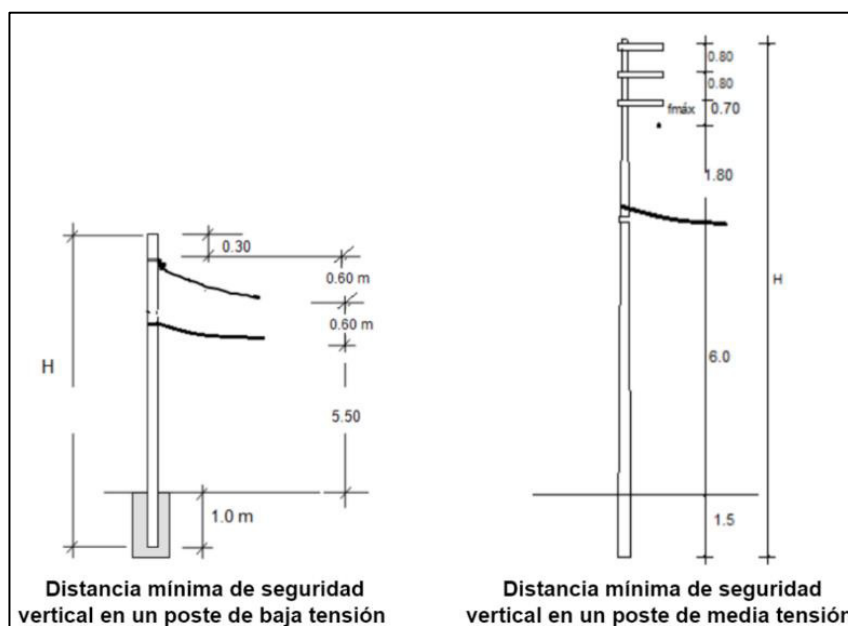


Figura 16: Distancia de seguridad vertical entre los cables de energía y el nivel de piso. Fuente: Adaptado de procedimiento y métodos de instalación, OSIPTEL.

3.5 Procedimiento

El presente trabajo de sustentación profesional está enfocado en el desarrollo de una red de fibra óptica que permitirá ampliar la cobertura de internet de banda ancha en el distrito de Santa Anita.

Para facilitar el desarrollo del siguiente trabajo se separa en 4 etapas: focalización de beneficiarios, diseño de la topología de la red, selección de equipamiento y pruebas y mediciones de la red implementada.

Cada una de estas etapas están constituidas por diferentes actividades que se detallaran en el presente trabajo.

3.5.1 Focalización de beneficiarios

Santa Anita es uno de los 43 distritos pertenecientes a Lima. Fue creada el 25 de octubre de 1989, este distrito anteriormente pertenecía a los distritos de Ate y el Agustino.

Es un distrito mayoritariamente joven con una población total de 196214 habitantes según la última encuesta censal realizada por la INEI (figura 17). La mayoría de sus habitantes tienen entre 12 y 60 años, formando parte del 71.51 % del total de la población.

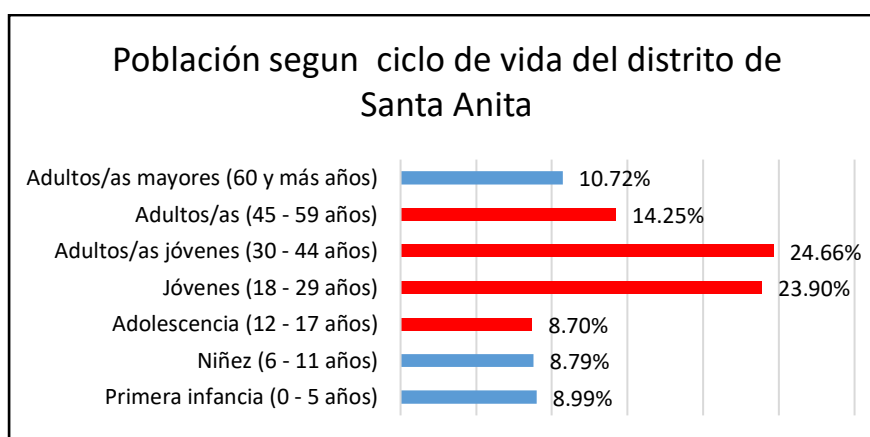


Figura 17: Evaluación censal por grupos de edad. Fuente: INEI encuesta censal 2017

De acuerdo a un estudio realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) sustentado en la encuesta censal, se realizó un estudio donde se presenta un plano del ingreso promedio en los hogares por manzanas.

En este plano se muestran las manzanas de acuerdo a los ingresos estimados de los hogares y se pueden segmentar por colores los ingresos altos, medio altos, medio, medio bajo y bajo (figura 18). Respecto a este estudio, la red proyectada comprende los sectores de ingresos medio, medio alto y medio bajo del distrito de Santa Anita (Instituto Nacional de Informática (INEI), 2020).

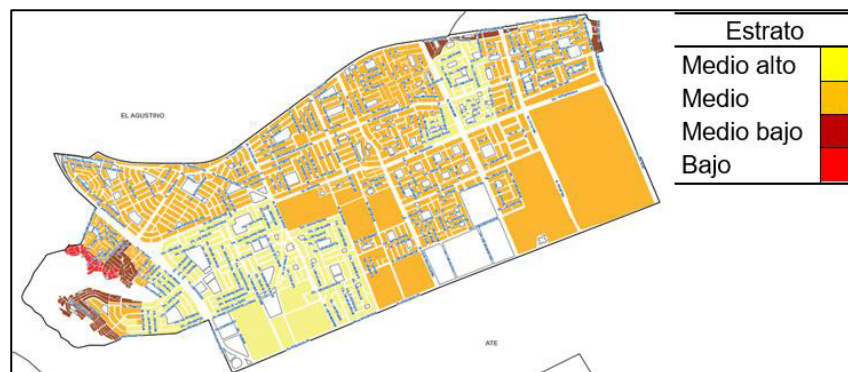


Figura 18: Plano de ingreso per cápita del hogar por manzanas. Fuente: Planos estratificados de Lima Metropolitana a nivel de manzanas 2020.

3.5.2 Diseño de la red

3.5.2.1 Dimensionamiento del total de hogares pasados. Se define como hogares pasados como las unidades residenciales ubicados dentro de la zona de interés que son clientes potenciales y podrán conectarse a la red de fibra óptica que se va diseñar.

Para un correcto dimensionamiento de la red es necesario conocer el total de hogares pasados ubicados en la zona donde se implementa el proyecto, lo que permite conocer la cantidad de puertos PON que se van a usar (tabla 4). En este proyecto se usó la herramienta MapDrive para obtener información acerca de los hogares pasados de cada una de las 5 celdas que se proyectaron (figura 19). MapDrive es una herramienta informática que facilita el análisis y segmentación de clientes potenciales en fusión de su ubicación geográfica.



Figura 19: Mapa de sectorizado por celdas donde se realizará el diseño.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Cantidad de hogares por celda

Celda	Área total (M²)	Hogares totales (Unidad)
43	65946	650
44	79612	1650
45	151334	1550
46	120927	1400
47	185440	2605
TOTAL	603259 m²	7855

Los puertos activos son los puertos que se emplean para la habilitación de los clientes. Estos puertos forman parte de la Cajas de Terminal Óptica (CTO) que contienen un splitter de 1x16 o dos splitter de 1x8.

Para hallar la cantidad total de puertos activos proyectados en el proyecto se considera.

$$\text{Puertos activos} = 16 \times \text{Nro. CTOs}$$

La penetración activa es la relación entre los hogares pasados y los puertos activos proyectados, donde:

$$\text{Penetración Activa} = \frac{\text{Hogares Pasados (HP)}}{\text{Puertos Activos}} = \frac{\text{Hogares Pasados (HP)}}{16 \times \text{Nro. CTOs}}$$

En la siguiente tabla 5 se muestra la relación entre penetración activa, CTOs y puertos activos existentes en las celdas con cobertura de servicio del distrito de Santa Anita.

Tabla 5: Penetración activa por celda en el distrito de Santa Anita.

Celda	Hogares Pasados (HP)	CTOs	Puertos activos	Penetración activa
1	737	28	448	0.61
2	446	18	288	0.65
3	1565	41	656	0.42
4	1699	36	576	0.34
5	1010	29	464	0.46
6	1269	26	416	0.33
7	1249	27	432	0.35
8	1587	27	432	0.27
9	2421	41	656	0.27
10	1327	26	416	0.31
11	3038	49	784	0.26
12	2557	48	768	0.3
13	1569	37	592	0.38
14	1564	27	432	0.28
15	381	7	112	0.29
16	116	4	64	0.55
17	172	7	112	0.65
18	328	9	144	0.44
19	849	24	384	0.45
20	2221	43	688	0.31
21	1359	36	576	0.42
22	1256	28	448	0.36
23	2112	50	800	0.38
24	1165	33	528	0.45
25	1507	38	608	0.4
26	1304	35	560	0.43
27	62	2	32	0.52
28	965	20	320	0.33
29	1809	39	624	0.34
30	1245	27	432	0.35
31	1319	32	512	0.39
32	1887	39	624	0.33
33	1718	34	544	0.32
34	1654	35	560	0.34
35	1383	27	432	0.31
36	1141	21	336	0.29
37	777	20	320	0.41
38	1687	34	544	0.32
39	1831	33	528	0.29
40	1267	28	448	0.35
41	1602	33	528	0.33
42	834	18	288	0.35
Total	55989	1216	19456	0.34

Para el dimensionamiento de la red en nuestras celdas proyectadas se tomará en cuenta una penetración activa del 50% de los hogares pasados, que progresivamente se irá incrementando conforme aumente la demanda del servicio (tabla 6).

La cantidad de CTOs que se colocaran en cada celda, será determinada por la cantidad de hogares por celda.

Tabla 6: Puertos activos proyectados al 50% de penetración

Celda	Hogares pasados	CTOs proyectadas	Puertos proyectados	Penetración activa
43	650	20	320	0.492
44	1650	52	832	0.504
45	1550	48	768	0.495
46	1400	44	704	0.503
47	2605	80	1280	0.491
TOTAL	7855	244	3904	

3.5.2.2. Arquitectura de la red FTTH. Para el diseño de la red se usará dos niveles de splitter. El primer nivel se usará un splitter de 1x4, ubicado en la Mufa; y en el segundo, un splitter de 1x16 ubicado en una CTO (Caja de Terminal Óptica) cercano al cliente (figura 20)

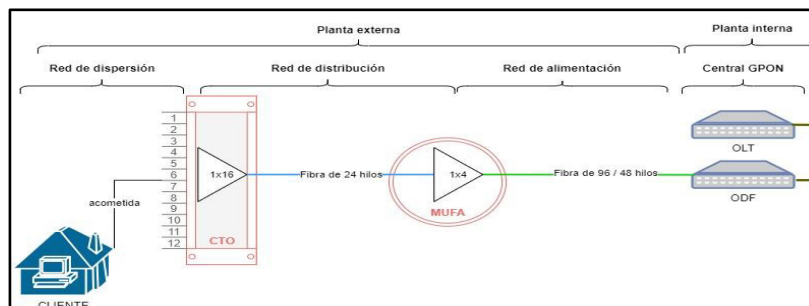


Figura 20: Arquitectura FTTH de la red residencial WIN. Fuente: Elaboración propia

3.5.2.3. Central GPON WIN. “La red existente de WIN conecta el router CORE a cada router POP a través de una red 10G a nivel backbone. La OLT se conecta al router POP y da acceso, mediante la tecnología GPON, al servicio de internet.

Se emplea OSPF para poder anunciar los prefijos públicos que WIN utiliza en sus routers de POP” (Pomatanta Espinoza, 2021)

Los nodos de distribución pertenecen a la capa de acceso y se ubican en diferentes distritos de Lima, su función es conectar a todos los clientes que requieran tráfico de datos. Estos nodos de distribución hacen uso de la topología de anillo y emplean rutas físicas diferentes para brindar respaldo en caso de una avería, tal como se observa en la figura 21.

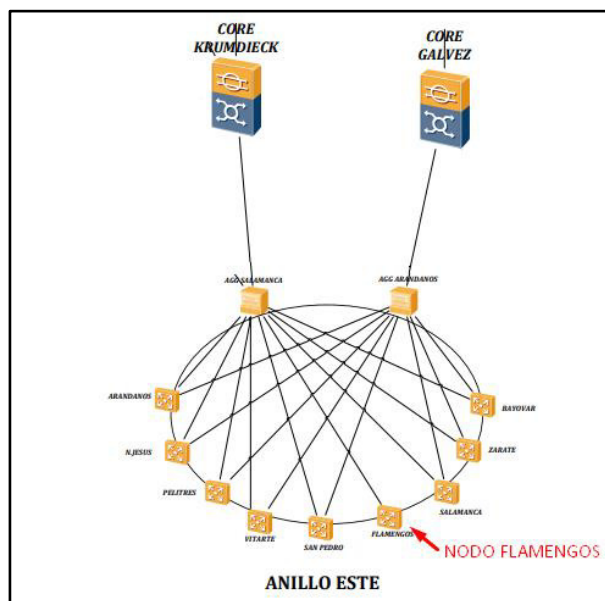


Figura 21: Diagrama de red Backbone tipo anillo. Fuente: WIN

La OLT, ubicado en el interior del nodo Flamengos (figura 22), se encuentra en un ambiente equipado con aire acondicionado y seguridad electrónica.

La OLT se conecta a la planta externa a través de 2 ODFs (Patch Panel) de 48 puertos. Para la instalación de cada ODF se necesitará 2 RU (Rack Unit). Para identificar cada ODF es necesario codificarlos de manera individual con el siguiente rótulo.

W1- SANTA ANITA 1-CIR 467-T1-PP(1-48H) y W2- SANTA ANITA 1-CIR 467-T1-PP (49-96H).

Donde:

- **W#:** Indica el número del Patch Panel
- **SANTA ANITA 1:** Es el nombre del proyecto
- **CIR 467:** Corresponde al código del proyecto.
- **PP(1-48H) y PP (49-96H):** Muestran la secuencia de puertos de la troncal.

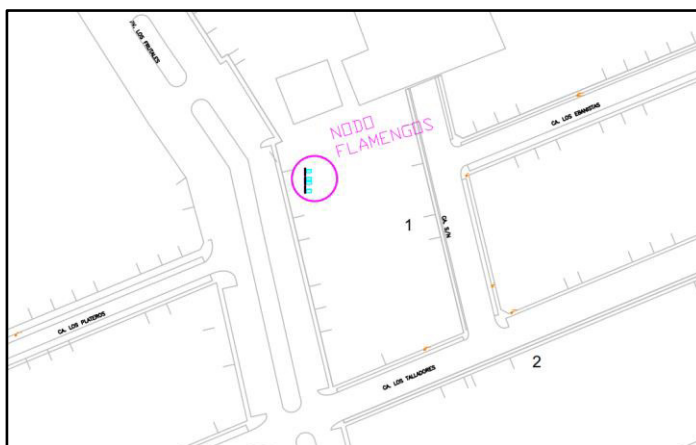


Figura 22: Ubicación de nodo Flamengos. Fuente: Elaboración propia.

3.5.2.4. La Red de alimentación. La red de alimentación o red troncal es el tramo comprendido entre el ODF, instalado en la central GPON, y el splitter de primer nivel, instalados en las cajas de empalme (MUFAS) ubicadas en las cámaras o postes.

Se utiliza la topología tipo árbol para la implementación de nuestra ODN (Red de Distribución Óptica); con fibra de 96 hilos para la troncal y 48 hilos para la sub troncal.

Los tendidos se realizan en sentido del tránsito y se proyectan reservas a lo largo del tramo. Las reservas de tendido son de 50 metros y se colocan cada 500 metros, estas reservas se emplearán para proyectar nuevas mufas. Las reservas de cruce son de 60 metros y se colocan en cruces de doble vía, estas reservas se usarán para el mantenimiento de la red. De la misma manera se

emplearán reserva de 40 metros en cada mufa y reservas de 20 metros en cada CTO para facilitar la manipulación (Pomatanta Espinoza, 2022).

Para empezar a diseñar la red se tiene que tener en cuenta la infraestructura existente para trazar la ruta por donde se va tender el cable ADSS. Para ello se usará el catastro donde se encuentran los postes, canalizados, cámaras propias e infraestructura de terceros que se utilizaran previa acuerdo con la concesionaria. Así mismo, se proyectan postes nuevos en sectores donde no se tenga infraestructura tal como se muestra en la figura 23.

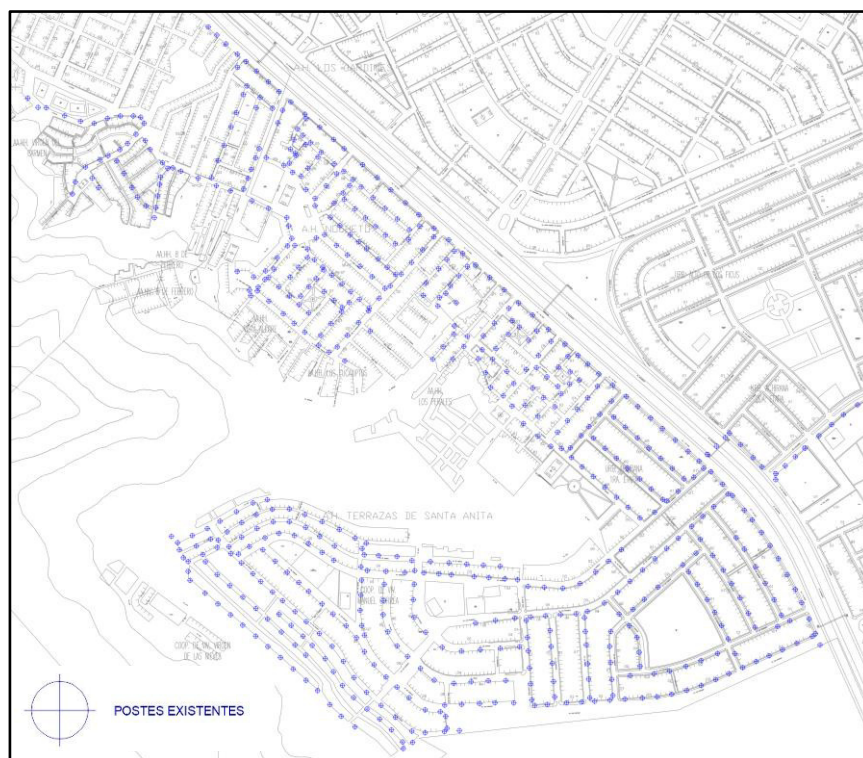


Figura 23: Ubicación de los postes e infraestructura. Fuente: Elaboración propia.

Apoyándose en la infraestructura mostrada en la figura 24, se proyectó fibra de 96 hilos para la troncal (línea verde), fibra de 48 hilos para la sub troncal (línea celeste) y fibra de 24 hilos para la red de distribución (línea azul).

Para determinar la cantidad de hilos que se usarán de la troncal de 96h se tendrá en cuenta la cantidad de CTOs proyectadas, donde:

$$\text{Nro. Hilos} = \frac{\text{Nro. CTOs}}{4} = \frac{264}{4} = 61 \text{ Hilos}$$

La fusión de hilos de la troncal y la sub troncal se realizará en cajas de empalme tipo domo con cierre mecánico conectadas en cascada una respecto a otra.

Las mufas estarán codificadas de la siguiente manera, como se observa en la tabla 7:

WN-12A-DM-XXXX-144

Donde:

- **WN:** Representa las siglas de WIN.
- **12A:** Es el código del nodo Flamengos.
- **DM-144:** Indica las características de la mufa (Mufa domo de 144 hilos).
- **XXXXX:** Código único y distintivo de cada mufa.

Tabla 7: Nomenclatura de las Cajas de empalme usadas en el proyecto

Nombre de Mufa	Latitud	Longitud
WN-12A-DM-1319675-144	-12.0548605	-76.9818424
WN-12A-DM-1319669-144	-12.0535494	-76.9836715
WN-12A-DM-1319668-144	-12.05057222	-76.97794395
WN-12A-DM-1319667-144	-12.04679547	-76.98222443
WN-12A-DM-1319666-144	-12.05541458	-76.98269732
WN-12A-DM-1319665-144	-12.05219379	-76.9856956
WN-12A-DM-1319663-144	-12.05267238	-76.98644197
WN-12A-DM-1319659-144	-12.05259744	-76.9834679
WN-12A-DM-1319657-144	-12.05263076	-76.98227742
WN-12A-DM-1319656-144	-12.05475469	-76.97995339
WN-12A-DM-1319655-144	-12.05427321	-76.97722374
WN-12A-DM-1319654-144	-12.05133921	-76.97722206
WN-12A-DM-1319651-144	-12.05139222	-76.97833323
WN-12A-DM-1319647-144	-12.04482037	-76.98482314
WN-12A-DM-1319645-144	-12.04896524	-76.9798066

WN-12A-DM-1319644-144	-12.04724984	-76.98172491
WN-12A-DM-1319638-144	-12.04857859	-76.98443322
WN-12A-DM-1319606-144	-12.04763695	-76.98275935
WN-12A-DM-1319605-144	-12.04593735	-76.98367027
WN-12A-DM-1319599-144	-12.04569344	-76.98685295



Figura 24: Diseño de planta externa. Fuente: Elaboración propia.

Los detalles de la fusión de la red de alimentación se muestran en el diagrama unifilar donde las líneas verdes representan la fibra de 96h y la celeste la fibra de 48H.

El diagrama unifilar (figura 25 y 26) nos permite identificar las fusiones que se realizarán dentro de las mufas, integrando la red alimentación con la red de distribución. Esta información permite determinar las CTOs afectadas en caso ocurra averías en los hilos de la trocal o la sub troncal.; Así como, agiliza el trabajo de las cuadrillas que están realizando las fusiones.

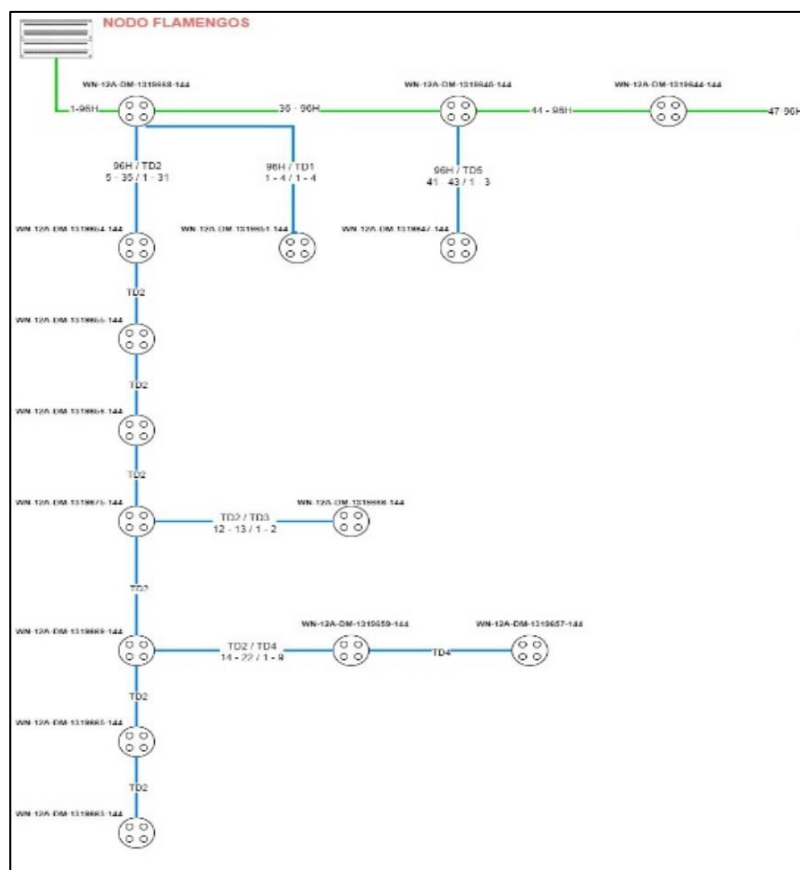


Figura 25: Primera parte del diagrama unifilar. Fuente: Elaboración propia

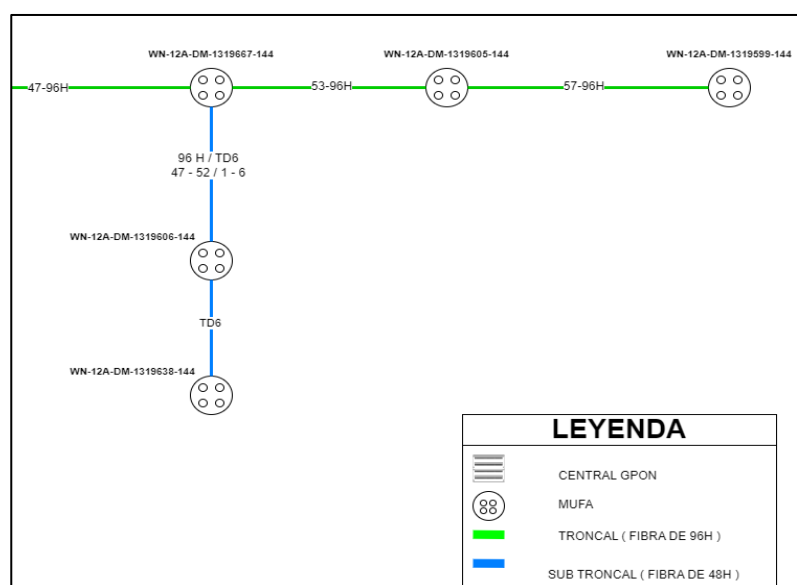


Figura 26: Segunda parte del diagrama unifilar. Fuente: Elaboración propia

3.5.2.5. La Red de distribución. Es el tramo de fibra de 24hilos comprendido entre el splitter de primer nivel 1x4 ubicados en las mufas y el splitter de segundo nivel 1x16 ubicados en las CTOs.

Para no saturar las salidas de las mufas se usarán solo hasta 3 puertos para alimentar la subtruncal y la red de distribución, las otras salidas se reservarán habilitar predios o para proyectar nuevas CTOs.

Se colocarán hasta 4 splitters de primer nivel en cada mufa, en caso se requiera colocar más splitters se tendrá que proyectar otra mufa tal como se muestra en la figura 27.

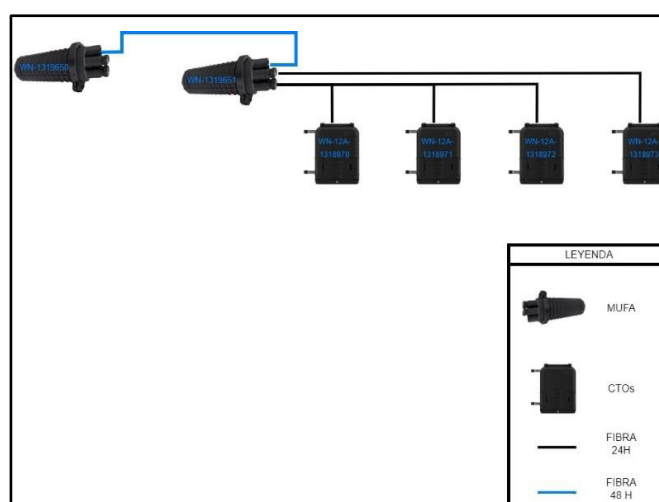


Figura 27: Arquitectura de la red de distribución. Fuente: Elaboración propia

La CTOs se representan por un código único el cual permite identificar el nodo desde el que se habilita, esta descripción detallada se encuentra en una base de datos que administra la empresa y que permite localizar su ubicación.

El rotulado de la CTO viene determinado de la siguiente manera:

WN-12A-XXXXXXX.

Donde:

- **WN:** Es el código que representa la empresa
- **12A:** Código del nodo.
- **XXX:** Es el código único que identifica a la CTO.





Figura 30: Red de distribución de la celda 45. Fuente: Elaboración propia

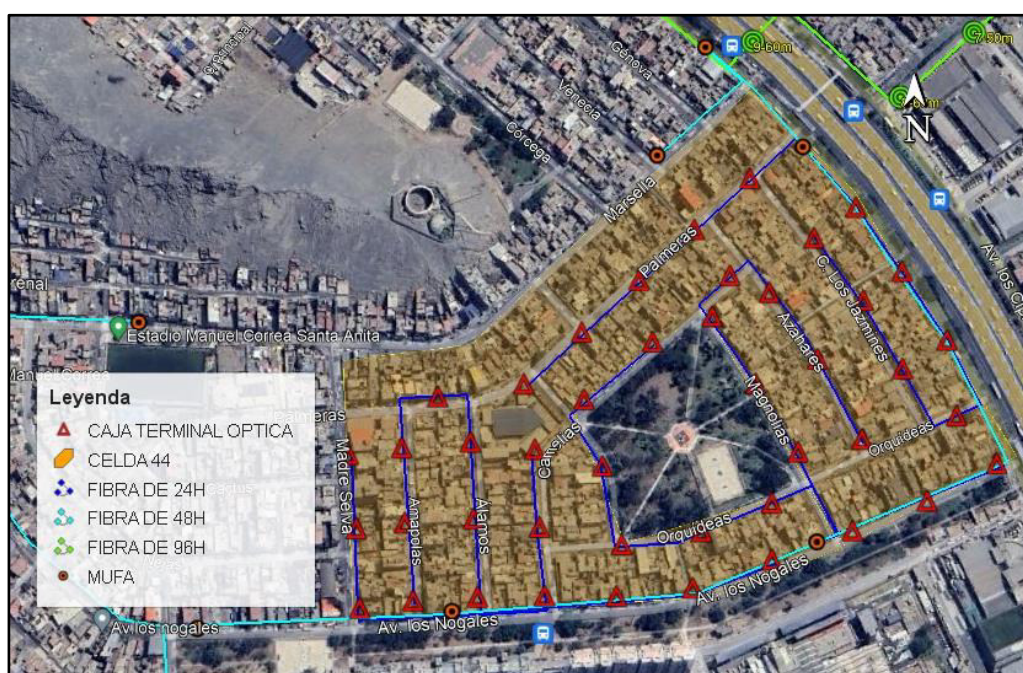


Figura 31: Red de distribución de la celda 44. Fuente: Elaboración propia.

Para facilitar un rápido despliegue de la red se deben tener en cuenta aspectos técnicos a la hora de seleccionar los materiales que se usarán. Estas características cambian según el entorno donde se diseña el proyecto. A continuación, se mencionan los aspectos que se tuvieron en cuenta a la hora de seleccionar los materiales más adecuados.

- Tipos de cables y conectores.
- Balance de potencias, tanto para ascendente como descendente.
- Dispositivos conectados a la fibra, tanto activos como pasivos.
- Atenuaciones: (Atenuación de la fibra, atenuación por conectores, atenuación por uniones o empalme)
- Reflexiones máximas.
- Sensibilidad de los receptores.

3.5.3.1 OLT. Se considera la OLT de la marca Huawei modelo MA5800T X15 (figura 34) con una capacidad de 15 tarjetas de 16 puertos que permiten accesos a GPON, 10G PON, XGPON, XGSPON. Tiene una arquitectura distribuida que le proporciona mayor fiabilidad y rendimiento (Huawei, n.d.-b).



Figura 34: OLT Huawei MA5800T. Fuente: Huawei.

3.5.3.2 Módulo SPF. Es un módulo de transceptor óptico que sirve de interfaz entre la señal óptica y la señal eléctrica. Se encuentra en los puertos de la OLT y su función principal es convertir la señal eléctrica en señal óptica y viceversa. Se selecciona el SPF C+ de la marca Huawei con potencia alrededor de 5dbm (figura 35) (Cisco, 2020).



Figura 35: Transceptor SPF Huawei C+. Fuente:Huawei.com

3.5.3.3 Distribuidor de fibra óptica (ODF). El Patch Panel tiene como función almacenar, proteger y fijar la fibra óptica, lo que facilita la conexión con planta externa mediante el uso de jumpers. Se usa 2 ODFs de 48 terminaciones con conectores LC/UPC. Cada ODF ocuparan 2RU (figura 36) (Opticom Fiber, 2024).

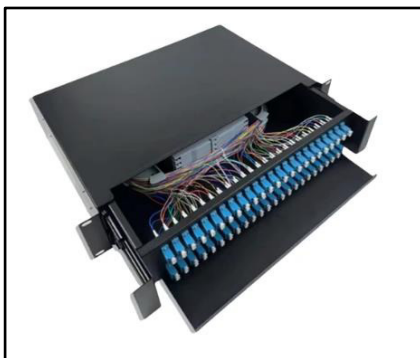


Figura 36: ODF 96 de 96 terminaciones. Fuente: Opticom.com.

3.5.3.4 Cable de fibra óptica de 24, 48 y 96 hilos. Se usa un cable auto soportado ADSS (figura 37) (All Dielectric Self Supported) monomodo (SM) de estándar ITU-T G.652D con un span máximo de 100 metros

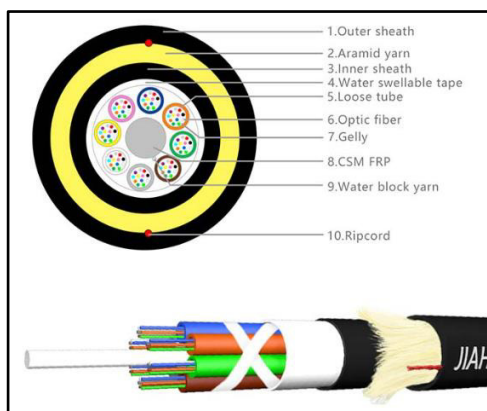


Figura 37: Cable ADSS de 96H. Fuente: multicominc.com.

3.5.3.5 Mufa (Caja de empalme óptico). La manga tiene como función proteger los empalmes realizados para la distribución del cable de fibra óptica. La manga tipo domo 144 hilos ZTT 450X230MM (GJS3030) (figura 38) está constituido de 6 bandejas, 1 puerto oval y 4 puertos circulares de cierre mecánico; se usará el puerto oval para el cable de alimentación y los circulares, para los de distribución. Se usa una reserva de 40 metros para cada Mufa instalada.



Figura 38: Mufa tipo domo. Fuente: Elaboración propia

3.5.3.6 Caja terminal óptico (CTO). Se selecciona el modelo CJD3216NEG que está constituido de 16 puertos y permite acondicionar 2 splitter de 1x8 o un splitter de 1x16 tal como se muestra en la figura 39.

Se colocan en postes propio usando crucetas (como se muestra en la figura 40). En caso de usar poste de la concesionaria eléctrica se instalará de manera horizontal, con la tapa mirando al suelo, sobre cable ADSS a través de soportes tipo J. Se usa una reserva de 20 metros en cada CTO instalada.



Figura 39: Caja Terminal Óptica de 16 puertos. Fuente: Elaboración propia

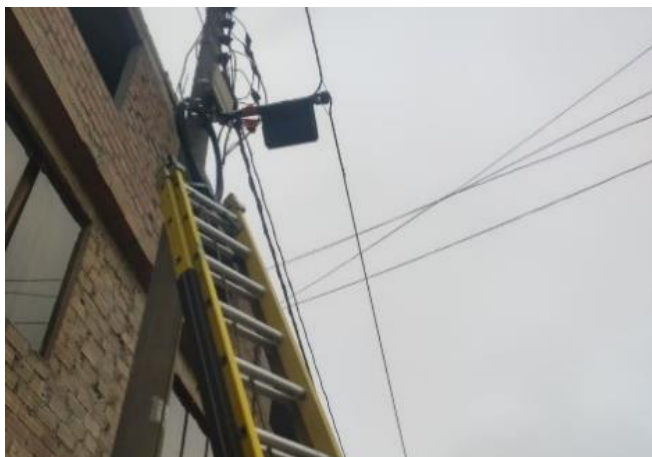


Figura 40: Acondicionamiento de CTO en poste. Fuente: Elaboración propia

3.5.3.7 Cable drop. Se usa el cable drop por su alta flexibilidad y poca pérdida frente a las curvaturas ocasionadas por las acometidas, se usan para enlazar la CTO con el hogar del cliente. Para el proyecto se selecciona un

cable drop de 1 hilos con certificación G657A2 con alambre FRP mensajero como se muestra en la figura 41 (Multiplay Telecomunicaciones, 2024).

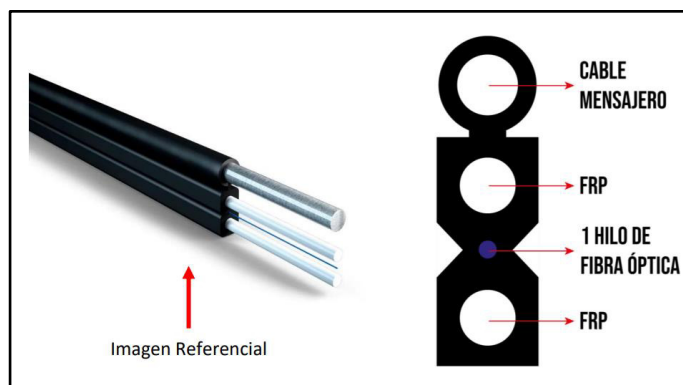


Figura 41: Fibra óptica drop de 1h G.657A2-fdc-s3. Fuente: Multiplay.com.

3.5.3.8 ONT (Terminal de red Óptica). Se selecciona la ONT (Huawei eg8145v5) que permite integrar el servicio triple play (Voz, dato y Video de alta calidad) con un consumo de energía optimizado (ver figura 42) (Huawei, n.d.-a)



Figura 42: ONT (Huawei eg8145v5). Fuente: Huawei.com

3.5.4 Cálculo de presupuesto óptico de la red.

La luz sufre pérdidas durante el recorrido a medida que viaja por el núcleo de la fibra óptica causadas por factores externos y causas intrínsecas.

En los factores externos se consideran los empalmes a lo largo del tramo; Así mismo, durante el tendido de la red se producen pérdidas por curvatura de la fibra.

“Las causas intrínsecas son: la atenuación por absorción de vidrio, pérdidas por imperfecciones en el vidrio (dispersión de Rayleigh), pérdidas por defecto mecánico (variación en el diámetro del núcleo y presencia de contaminantes), y la reflexión de fresnel que ocurre en el límite entre el aire y el vidrio”. (Omar Grazini, 2021).

El presupuesto óptico calcula la máxima atenuación posible desde la central GPON hasta el hogar de los clientes. Para hallarlo será necesario considerar las pérdidas en la fibra y en los elementos pasivos de la red que atenúan la calidad de la señal a lo largo del trayecto.

Para calcular la capacidad de transmisión de la red, es necesario determinar las características de los materiales que se usaron en el despliegue, así como las pérdidas ópticas.

(Prieto Zapardiel, 2014) plantea el uso de una fórmula general para el cálculo del balance de una transmisión por fibra óptica entre un emisor y un receptor. Esta fórmula viene dada por la siguiente expresión lineal (figura 43)

$$P_O - \left[n_c \alpha_c + n_e \alpha_e + M_s + L \alpha_{FO} - G + \alpha_{1x4} + \alpha_{1x16} \right] \geq S_0$$

Figura 43: Potencia mínima necesaria para la transmisión. Fuente: adaptado de Pietro Zapardiel, 2014

Donde:

- **PO:** Potencia máxima inyecta en la fibra óptica
- **α_e :** Atenuación de empalmes
- **α_c :** Atenuación de conectores
- **α_{1x4}** Atenuación en el splitter de primer nivel
- **α_{1x16} :** Atenuación en el splitter de segundo nivel

- **n:** Es el número de empalme (n_e) y número de conectores (n_c)
- **Ms:** Margen de seguridad
- **L:** Longitud del tramos de fibra en Km
- **α_{fo} :** La atenuación característica de la fibra óptica, en dB por Km
- **G:** Ganancia de amplificadores ópticos no regeneradores (EDFA)
- **So:** Es la sensibilidad del fotodetector (Potencia mínima necesaria en la recepción para hacer posible la comunicación)

Para determinar la longitud máxima desde el nodo hasta el abonado, será necesario despejar la variable L en la ecuación (figura 44).

$$L_{max} = \frac{P + G - \alpha_c n_c - \alpha_e n_e - M_s - \alpha_{1x4} - \alpha_{1x16}}{\alpha_{FO}}$$

Figura 44: Longitud máxima para una óptima transmisión óptica. Fuente: adaptado de Pietro Zapardiel, 2014.

Donde:

- **L_{max}:** Es la máxima longitud, en kilómetros.
- **P:** Es el margen de potencia máxima, en db, para el sistema y se calcula restando la potencia óptica del transmisor y la sensibilidad del receptor.

En la central GPON se considera 2 metros de longitud desde la OLT hasta la ODF, así como 2 empalmes con conector.

No se usa ningún tipo amplificador pasivo ni activo en el despliegue de la red, por lo que no se tomara en cuenta en el cálculo.

En la siguiente figura 45 se muestra el tramo de despliegue de la red en el peor de los escenarios.

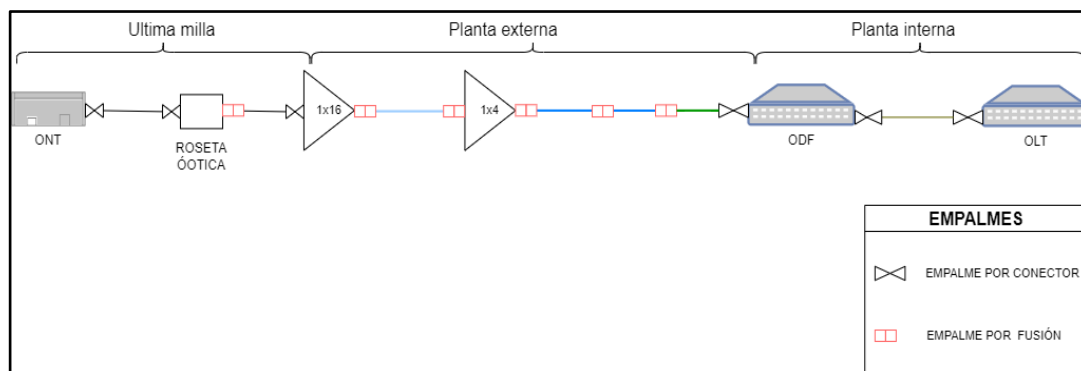


Figura 45: Vista del tramo para calculo de presupuesto óptico.*Fuente: Elaboración propia.*

Para resolver la ecuación se tendrá en cuenta las características de cada elemento. Los datos se muestran en la siguiente tabla 8.

Tabla 8: Valores de atenuación.

Parámetros	Valores
Potencia óptica de salida Tx OLT (Huawei MA5680T) con SPF C+	3dbm ~ 7dbm
Sensibilidad de recepción ONT (Huawei eg8145v5)	-27 dbm ~ -29dbm
Atenuación de fibra monomodo G.652D	0.35 db/Km (1310 nm) 0.27 db/Km (1490 nm) 0.25 db/Km (1550 nm)
Atenuación en Splitter 1x16	13.8 db
Atenuación en Splitter 1x4	7.2 db
Empalme por fusión ANSI / TIA / EIA-568-C.3	0.3 db
Atenuación por conector ITU-T L.12	0.5 db
Margen de mantenimiento	3 db

Para desarrollar el cálculo se tomara el peor de los escenarios, donde la sensibilidad de recepción de la ONT será -27dbm y la potencia óptica de transmisión es de 3dbm.

Los cálculos se realizarán para las longitudes de onda de 1310nm y 1550nm.

Por lo tanto, usamos la formula reemplazando los datos mostrados en la figura 46.

$$L_{\max 1310nm} = \frac{[(3 - (-27) - 0.5 \times 4 - 0.3 \times 5 - 13.8 - 7.2 - 3)]db}{[0.35] \frac{db}{Km}} = 7.14Km$$

$$L_{\max 1550nm} = \frac{[(3 - (-27) - 0.5 \times 4 - 0.3 \times 5 - 13.8 - 7.2 - 3)]db}{[0.25] \frac{db}{Km}} = 10Km$$

Figura 46: Cálculo de longitud máxima para el proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, para el peor de los casos, se establece una longitud máxima de 7.14 km para una longitud de onda de 1310nm, y 10Km para una longitud de onda de 1550nm, por lo que el diseño no debe exceder nunca esa distancia. Para calcular el presupuesto óptico se elige las CTOs con los trayectos más largos de cada celda, así como la cantidad de empalmes realizados desde la OLT hasta la CTO. Debido a que los empalmes en la central GPON y en la última milla no varían, se mantendrán constantes.

En las siguientes tablas (9, 10 y 11) se muestra el resultado de los cálculos realizados.

Tabla 9: Cálculo de pérdidas máximas por celda en la red en el tramo de mayor distancia para 1310 nm

Celda	Caja Terminal Óptico	Presupuesto óptico 1310 nm (dB)	Distancia máxima (km)	Número de empalmes por fusión
43	WN-12A-1319264	30.57	5.70	5
44	WN-12A-1319145	29.78	4.32	4
45	WN-12A-1318935	29.65	3.93	4
46	WN-12A-1318783	30.08	5.16	4
47	WN-12A-1318723	29.79	5.20	3

Tabla 10: Cálculo de pérdidas máximas por celda en la red en el tramo de mayor distancia para 1490 nm

Celda	Caja Terminal Óptico	Presupuesto óptico 1490 nm (dB)	Distancia máxima (km)	Número de empalmes por fusión
43	WN-12A-1319264	30.09	5.70	5
44	WN-12A-1319145	29.42	4.32	4
45	WN-12A-1318935	29.32	3.93	4
46	WN-12A-1318783	29.65	5.16	4
47	WN-12A-1318723	29.36	5.20	3

Tabla 11: Cálculo de pérdidas máximas por celda en la red en el tramo de mayor distancia para 1550 nm

Celda	Caja Terminal Óptico	Presupuesto óptico 1550 nm (dB)	Distancia máxima (km)	Número de empalmes por fusión
43	WN-12A-1319264	29.98	5.70	5
44	WN-12A-1319145	29.33	4.32	4
45	WN-12A-1318935	29.23	3.93	4
46	WN-12A-1318783	29.54	5.16	4
47	WN-12A-1318723	29.25	5.20	3

Para hallar la potencia mínima (tabla 12) de recepción en el hogar de los clientes, se debe de restar la potencia de salida de la OLT menos las pérdidas máximas totales. En la siguiente tabla se muestran los resultados (Tomasi, 2003)

$$P_r = P_t - \text{Pérdidas}$$

En donde:

- P_r : Potencia recibida
- P_t : Potencia transmitida

Se tomará en cuenta las pérdidas que ocurren en el trayecto del nodo a la CTO y las pérdidas ocasionadas debido a la instalación en última milla. Por lo tanto, el cálculo nos mostrará la potencia recibida en la casa del cliente.

Tabla 12: Tabla de potencias mínimas calculadas por celda hasta la casa de cliente.

Celda	Potencia mínima Rx en 1550 nm (dBm)	Potencia mínima Rx en 1490 nm (dBm)	Potencia mínima Rx en 1310 nm (dBm)
43	-24.98	-25.09	-25.57
44	-24.33	-24.42	-24.78
45	-24.23	-24.32	-24.65
46	-24.54	-24.65	-25.08
47	-24.25	-24.36	-24.79

3.5.5 Pruebas y mediciones

Concluido el despliegue de la red y ejecutado las fusiones se procede a realizar las pruebas de potencia con un medidor de potencia óptica y la pérdida de retrodispersión utilizando un OTDR, desde un extremo de la fibra, para certificar la calidad de la fibra recién instalada.

3.5.5.1 Prueba reflecto métricas. Un OTDR (Optorelector en el domino de Tiempo) presenta de manera gráfica la longitud de la fibra y las potencias reflejadas a lo largo del tramo (ver figura 47); así mismo, muestra una tabla con los eventos ópticos detectados. Los eventos detectados puede ser roturas, empalmes mecánicos, conexiones, fusiones, micro curvaturas de la fibra.

Los parámetros fundamentales de la OTDR son el rango dinámico, rango de medición, zona muerta por atenuación, zonas muertas por evento y la resolución. El rango dinámico indica la distancia de fibra óptica que es capaz de medir la OTDR. La zona muerta se presenta cuando debido a un evento reflectivo la OTDR no puede detectar otro evento posterior cercano.

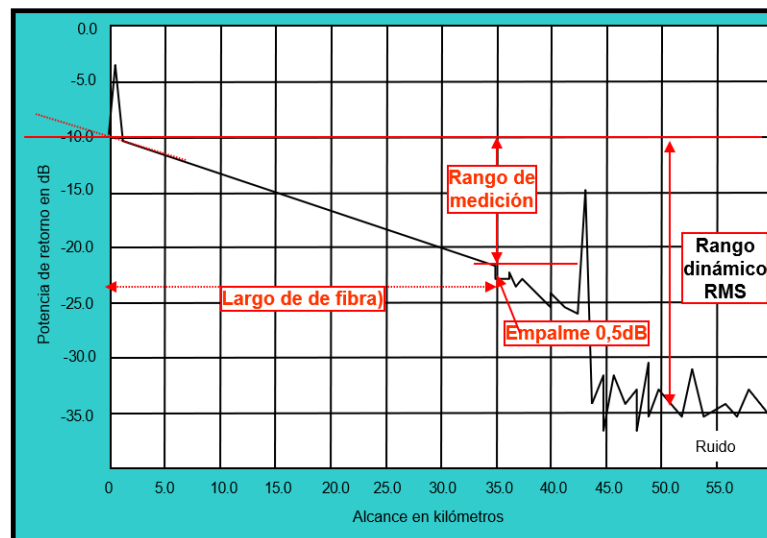


Figura 47: Parámetros fundamentales de la OTDR. Fuente: Elaboración propia.

La selección adecuada de las características de la OTDR depende entre muchos factores de la longitud de la fibra. Para fibras de corta distancia se recomienda una OTDR con pequeñas zonas muertas, mientras que para tramos más largos se recomienda una OTDR con rangos dinámicos amplios. La longitud del pulso también varía según la distancia del tramo. Para tramo más cortos se usan pulsos estrechos mientras que para tramos largos, pulsos más anchos.

Las mediciones se realizarán en cada uno de los 96 hilos de la troncal de manera bidireccional en las longitudes 1310nm y 1550nm. Se usará una bobina de lanzamiento de 540 metros, como se muestra en la figura 48.

A continuación, se detallan los parámetros de configuración del OTDR.

- Longitud de onda: 1310nm o 1550nm.
- Ancho de pulso: 10useg y 10nseg
- Índice de refracción: 1.465
- Tipo de fibra: monomodo
- Factor helicoidal referencial (%): 1%

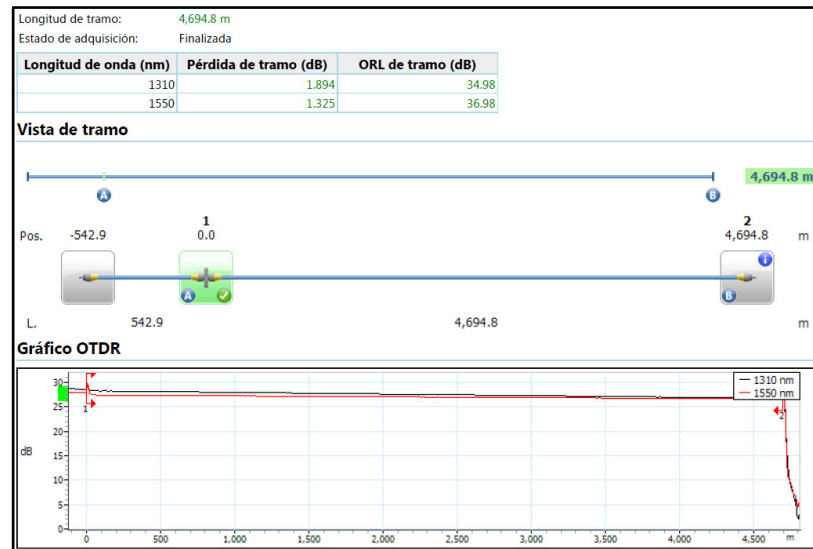


Figura 48: Medición de prueba para el hilo 1 de la troncal de 96 hilos.
Fuente: Elaboración propia

3.5.5.2 Prueba de potencia. El Medidor de potencia óptica utiliza un detector de Germanio que permite medir la potencia de la luz que proviene desde una fuente de luz.

Se emplean para determinar las pérdidas y atenuaciones en los enlaces ópticos, fusiones y conexiones.

Las mediciones se realizan en cada uno de las Actos y se registran en una tabla (ver tabla 13).

Tabla 13: Tabla comparativa entre potencia medida y potencia calculada en la longitud de onda 1490nm.

Celda	Caja Terminal Óptica	Potencia mínima medida en la CTO (dBm)	Potencia calculada (dBm)
43	WN-12A-1319264	-22.84	-25.09
44	WN-12A-1319145	-21.97	-24.42
45	WN-12A-1318935	-22.85	-24.32
46	WN-12A-1318783	-22.45	-24.65
47	WN-12A-1318723	-22.79	-24.36

3.6 Resultado de la actividad

En el presente trabajo se centrará en el diseño de la red FTTH y un análisis del costo de implementación del proyecto.

Para obtener los gastos de inversión inicial se debe de considerar el costo de los equipos activos y pasivos de la red con un 50% de penetración activa.

Para facilitar un mejor análisis se separan los costos de servicio y los costos de material.

El costo de materiales corresponde a la implementación de planta externa (ver tabla 14 y 15) y no contempla los costos de obra civil. En caso se requiera de obra civil, se realizará un alcance de obra previa inspección del supervisor.

Tabla 14: Costo de servicio de planta externa

Partidas de servicio para planta externa	Unidades métricas	P.U.	CANT.	TOTAL
Instalar identificadores	Unidad	S/ 1.60	291	S/ 465.60
Instalar cable mensajero y accesorios	Metros	S/ 0.95	5807	S/ 5,516.65
Instalar cable o acometida de f.o. en postes	Metros	S/ 1.66	29032	S/ 48,193.12
Instalar cable F.O en interior de Nodo	Metros	S/ 1.96	150	S/ 294.00
Instalar cruceta en poste	Unidad	S/ 11.20	11	S/ 123.20
Devanar cable con mensajero o cables existentes	Metros	S/ 3.70	2904	S/ 10,744.80
Empalme de F.O en Mufa / Caja terminal óptica	Unidad	S/ 17.00	618	S/ 10,506.00
Empalme de F.O en patch pannel	Unidad	S/ 17.00	96	S/ 1,632.00
Instalar conjunto de terminación ODF	Unidad	S/ 76.50	2	S/ 153.00
Instalar jumper o pigtail en nodo	Unidad	S/ 12.80	96	S/ 1,228.80
Instalación de Caja Terminal Óptico / Mufa	Unidad	S/ 46.00	264	S/ 12,144.00
Manipulación de Caja Terminal Óptico / Mufa	Unidad	S/ 44.10	264	S/ 11,642.40
Preparación cable de F.O para sangrado de 96, 48, 24, 12 y 04 fibras	Unidad	S/ 110.00	207	S/ 22,770.00
Preparación cable para fusión en cámara, poste, nodo de 96, 48, 24, 12, 04 fibras	Unidad	S/ 60.00	113	S/ 6,780.00
Terminación cable de F.O en nodo	Unidad	S/ 60.00	1	S/ 60.00
Costo total de servicio				S/ 132,253.57

Tabla 15: Costo de Materiales de planta externa

Materiales planta externa	Unidades métricas	P.U.	CANT.	TOTAL
F.O adss 96 sm-span 100 g652d	Metros	S/ 5.23	4730.4	S/ 24,749.45
F.O ADSS 48 sm-span 100 g652d	Metros	S/ 3.10	4089.8	S/ 12,689.83
F.O ADSS 24 sm-span 100 g652d	Metros	S/ 2.17	20211.8	S/ 43,811.10
Hebilla acerrada 1/2 band-it	Unidad	S/ 1.23	1681	INCLUYE
Cinta band it (fleje d/acero 1/2)	Metros	S/ 4.60	2018	INCLUYE
Porta linea con aislador de 4mm con pin de 1/2	Unidad	S/ 5.99	1659	S/ 9,929.12
Preformado de 2 hilos para F.O adss 12h (azul)	Unidad	S/ 5.78	0	S/ 0.00
Preformado de 2 hilos para F.O adss 24h (negro)	Unidad	S/ 5.78	1155	S/ 6,670.13
Preformado 2 hilos para F.O adss 48h (verde)	Unidad	S/ 5.78	234	S/ 1,351.35
Preformado 2 hilos para F.O adss 96h (rojo)	Unidad	S/ 5.78	271	S/ 1,566.38
Cruceta metálica para F. O	Unidad	S/ 35.70	11	S/ 392.70
Brazos expansores de 1 mt	Unidad	S/ 31.86	67	S/ 2,134.62
Brazos expansores de 60 cm	Unidad	S/ 22.73	100	S/ 2,273.00
Cinta aislante negra	Unidad	S/ 4.18	30	INCLUYE
Chapa tensora de 3 pernos	Unidad	S/ 7.88	97	S/ 764.36
Cable de acero recubierto con pvc de 3/16" (4-5mm)	Metros	S/ 1.03	5807	S/ 5,975.40
Cintillo negro (30 cm)	Unidad	S/ 0.10	581	INCLUYE
Cintillos de 10cm	Unidad	S/ 0.02	1163	INCLUYE
Etiqueta para F.O. color naranja con lamina de protección	Unidad	S/ 1.30	291	INCLUYE
Alambre para devanado	Unidad	S/ 0.12	2904	S/ 348.48
Soporte tipo j	Unidad	S/ 5.25	488	S/ 2,562.00
Pig tail 0.9um sm-lc 1.5m	Unidad	S/ 6.72	96	INCLUYE
Protector empalme termoc. 1.2x60mm	Unidad	S/ 1.05	714	INCLUYE
Cintillos blanco rotulador de 10 cm	Unidad	S/ 0.06	857	INCLUYE
Cintillos de 20 cm	Unidad	S/ 0.06	132	INCLUYE
Manga tipo domo 144 hilos ztt 450x230mm (gjs3030)	Unidad	S/ 285.00	20	S/ 5,700.00
Patch Panel 48 termi 48-01ru (incluye. acopladores lc, mini bandejas, Patch Panel, soporte p/cable)	Unidad	S/ 657.91	2	S/ 1,315.81
Splitter plc 1x4 sin conector	Unidad	S/ 17.75	65	S/ 1,153.75
Caja de empalme CTO de 16 core	Unidad	S/ 88.20	244	S/ 21,520.80
Splitter plc 1x16	Unidad	S/ 67.12	244	S/ 16,377.28
Acoplador de F.O monomodo sc/apc simplex verde	Unidad	S/ 1.43	3904	S/ 5,582.72
Costo total de materiales				S/ 166,868.28

Para determinar el costo por hogar (CPH) se suma los costos materiales y servicios para implementar la planta externa y se divide entre la cantidad total de hogares potenciales a los que se les brindará el servicio de internet de banda ancha en el sector donde se despliega la red de fibra óptica.

$$CPH = \frac{S/299,121.85}{3904} = s/76.62$$

De donde se determina un costo de S/. 76.62 por cliente a un 50% de penetración activa.

CAPITULO IV: DISCUSION DE RESULTADOS

4.1 Descripción de la implementación

Para facilitar la implementación del proyecto se desarrolló en 4 etapas:

- a) Focalización de Beneficiarios:** Se crearon celdas segmentadas por ingreso per cápita y delimitadas por dobles vías.
- b) Diseño de la Red:** Se dimensionaron los hogares pasados para determinar los puertos PON necesarios. Se definió una arquitectura de red FTTH con topología tipo árbol y con dos niveles de splitteo: splitter de primer nivel de 1X4 y splitter de segundo nivel de 1x16.
Se realizó un cálculo del presupuesto óptico de la red considerando el peor de los escenarios para garantizar el correcto funcionamiento de la red y se comparó con los valores medidos una vez culminado la implementación del proyecto.
- c) Selección de Equipamiento:** Cada equipo fue seleccionado teniendo en cuenta los aspectos técnicos específicos según el entorno en el que se desarrolla el proyecto.
- d) Pruebas y mediciones de la red:** Permite validar la calidad y el desempeño de la nueva red desplegada a través de pruebas reflecto métricas y de potencia.

CAPITULO V: CONCLUSIONES

1. Se logrará proporcionar servicio de internet de banda ancha al 50% de hogares en las urbanizaciones de Nocheto, los Perales y Santa Rosa de Quives del distrito de Santa Anita. El porcentaje de penetración activa se irá incrementando conforme aumente la demanda en la zona.
2. Los resultados de las medidas obtenidas con el medidor de potencia al finalizar la construcción de la planta están debajo de los cálculos de presupuesto óptico. Esto permite tener un margen para el mantenimiento de la red, y para la instalación del cable drop en última milla.
3. Con las CTOs instaladas se podrán habilitar 3904 nuevos hogares. Esto representa un incremento del 20.065% del porcentaje de cobertura inicial en el distrito de Santa Anita.
4. En este proyecto se tendieron 5.73 km de fibra óptica desde el nodo hasta la CTO más lejana, manteniéndose dentro de los límites calculados para proporcionar una conexión a internet de alta calidad.
5. La topología tipo árbol, propuesta en este proyecto es escalable y permite habilitar celdas de manera independiente. Esto facilita desestimar celdas de manera completa o parcial, sin perjudicar la red, en caso ocurrieran contingencias vecinales o vandalismo.
6. En este proyecto el costo de implementación de la planta externa para habilitar el servicio a un solo cliente desde el nodo Flamengos es de S/. 76.62.

CAPITULO VI: RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio de mercado para evaluar y aumentar el porcentaje de penetración en las celdas o para identificar zonas nuevas donde se pueda seguir tendiendo la red de fibra óptica.
2. Colocar mufas cerca a los predios o condominios para que, en el futuro el costo de habilitación de zonas verticales sea menor.
3. La CTOs deben de estar cerca a los hogares para evitar pérdidas durante la instalación en última milla. Esto mejorará la calidad de servicio que se da al cliente.
4. Desplegar más infraestructura y postes propios para que el costo de habilitación para nuevos cliente disminuya.
5. Respetar las distancias máximas calculadas permitirá reutilizar la red para desplegar fibra óptica en nuevas celdas adyacentes o para reforzar la CTOs saturadas.
6. Trabajar con personal certificado, adecuadamente capacitado y con experiencia en el uso de las herramientas y equipos para asegurar un correcto despliegue de la red de fibra óptica.

CAPITULO VII: REFERENCIAS

- Arribasplata Terrones, S. R. (2021). *Diseño de una red FTTH aplicando el estándar GPON en el distrito de Santiago de Surco* [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/3303>
- Castro Mandujano, R. C. (2019). *Diseño de una red FTTH basado en el estándar GPON para la conexión de videocámaras para el distrito de San Martín de Porres* [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://doi.org/10.19083/tesis/625704>
- Cisco. (2020). *Ficha técnica pública de Cisco*. 7–7. <https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/interfaces-modules/transceiver-modules/datasheet-c78-736392.pdf>
- Grupo Banco Mundial. (2016). *World Development Report 2016: Digital Dividends*. Washington, DC: World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0671-1>
- Huawei. (n.d.-a). *EchoLife EG8145V5 — Huawei Enterprise*. Retrieved December 13, 2024, from <https://e.huawei.com/es/products/optical-terminal/echolife-eg8145v5>
- Huawei. (n.d.-b). *SmartAX MA5800- Asistencia de servicio empresarial*. Retrieved December 13, 2024, from <https://support.huawei.com/enterprise/es/optical-access/smartax-ma5800-pid-21484577>
- Instituto Nacional de Informática (INEI). (2020). *Planos estratificados de Lima Metropolitana a nivel de manzanas 2020*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1744/libro.pdf
- Marchukov, Y. (2011). “*Desarrollo de una aplicación gráfica para el diseño de infraestructuras FTTH.*”

- Ministerio de Energía y Minas. (2011). *Código nacional de electricidad (Suministro 2011)*.
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/898589/C%C3%B3digo_Nacional_de_Electricidad__Suministro_2011_.pdf?v=1593533921
- Moya Huidobro, J. M. (2004). *Manual de Telecomunicaciones* (RA-MA Editorial, Ed.; Alfaomega).
- Multiplay Telecomunicaciones. (2024). *Cable Drop de 01 hilo de Fibra Óptica G657A2*. <https://multiplay.com.pe/producto/producto/cable-drop-de-01-hilo-de-fibra-optica-g657a2/>
- Omar Grazini, H. (2021). *Fibras ópticas conceptos teóricos y aplicaciones prácticas: Vol. Volumen 7* (J. Sarmiento, Ed.; Universitas). 2020.
- Opticom Fiber. (2024). *Panel de conexión de fibra 2U de China, fabricantes y proveedores de 96 LC Duplex ODF - Venta al por mayor de fábrica - Comunicación óptica*. <https://www.opticomfiber.com/fiber-optic-patch-panel/drawer-19inch-fiber-optic-patch-panel/2u-fiber-patch-panel-96-lc-duplex-odf.html>
- Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones. (2011). *Procedimientos y métodos de instalación y tensado de cables ADSS, postes, anclas y retenidas*.
<https://www.osiptel.gob.pe/media/b2fheif0/anexo-metodos-instalacion.pdf>
- Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones. (2022). *Encuesta Residencial de Servicios de Telecomunicaciones (ERESTEL)*.
<https://repositorio.osiptel.gob.pe/handle/20.500.12630/860>
- Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones. (2024). *Portal de la información de las telecomunicaciones (PUNKU)*.
<https://punku.osiptel.gob.pe/>
- Pomatanta Espinoza, J. P. (2021). *Diseño de una red de acceso FTTH basada en el estándar GPON para el distrito de Pueblo Libre* [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
<https://hdl.handle.net/20.500.12672/17700>
- Pomatanta Espinoza, J. P. (2022). *Elaboración de expediente de diseño FTTH*.

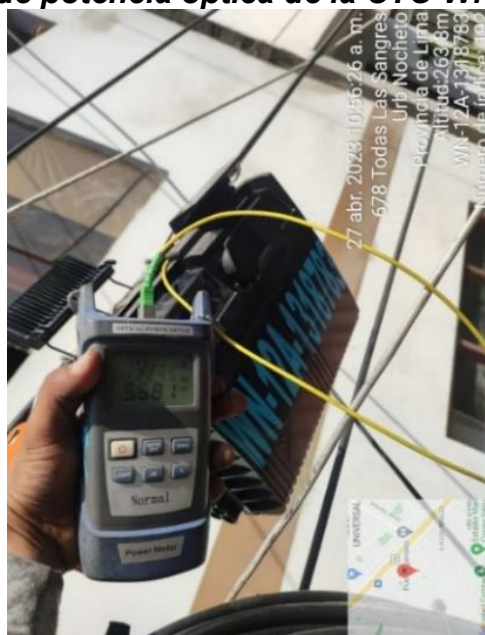
- Prieto Zapardiel, J. (2014). *Diseño de una red de acceso mediante fibra óptica* [Proyecto de fin de Carrera, Universidad Politécnica de Madrid].
https://oa.upm.es/33869/1/PFC_jaime_prieto_zapardiel.pdf
- Quezada Alegría, H. E. (2021). *Diseño de una red FTTH mediante el estándar GPON para la mejora de la calidad de servicio de internet en los hogares en el distrito de Chorrillos* [Tesis, Universidad Nacional del Callao].
<https://hdl.handle.net/20.500.12892/699>
- Rodríguez San Lucas, E. F. (2022). *Diseño de una red FTTH GPON de la empresa TELERAPID S.A para la ciudad de Quito en el barrio de la Luz*.
- The Fiber Optic Association. (2024). *FOA Reference Guide To Fiber Optics*.
<https://www.thefoa.org/ESP/index.htm>
- Tomasi, W. (2003). *Sistemas de comunicaciones electrónicas* (G. Trujano Mendoza, Ed.; Cuarta edición). 2003.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2003). *Unión Internacional de Telecomunicaciones G.984.1*.

CAPITULO IX: ANEXOS

Anexo 1: Medición de potencia óptica de la CTO WN-12A-1318723



Anexo 2: Medición de potencia óptica de la CTO WN-12A-1318783



Anexo 3: Medición de potencia óptica de la CTO WN-12A-1318935



Anexo 4: Medición de potencia óptica de la CTO WN-12A-1319145



Anexo 5: Medición de potencia óptica de la CTO WN-12A-1319264



Anexo 7: Plano CAD de la red de fibra óptica FTTH en el distrito de Santa Anita (Parte 2).



Anexo 8: Tabla de potencia medida en los terminales de la CTO para la longitud de onda de 1490nm

Celda	Código CTO	Potencia
Celda 47	WN-12A-1318723	-22.79
Celda 47	WN-12A-1318717	-22.45
Celda 47	WN-12A-1318730	-22.35
Celda 47	WN-12A-1318724	-22.30
Celda 47	WN-12A-1318711	-21.91
Celda 47	WN-12A-1318725	-21.50
Celda 47	WN-12A-1318720	-21.00
Celda 47	WN-12A-1318722	-20.97
Celda 47	WN-12A-1318716	-20.96
Celda 47	WN-12A-1318710	-20.94
Celda 47	WN-12A-1318719	-20.87
Celda 47	WN-12A-1318721	-20.25
Celda 47	WN-12A-1318735	-19.67
Celda 47	WN-12A-1318736	-19.48
Celda 47	WN-12A-1318743	-19.03
Celda 47	WN-12A-1318734	-18.96
Celda 47	WN-12A-1318742	-18.68
Celda 47	WN-12A-1318733	-18.62
Celda 47	WN-12A-1318732	-16.81
Celda 47	WN-12A-1318731	-16.78
Celda 46	WN-12A-1318783	-22.45
Celda 46	WN-12A-1318764	-22.07
Celda 46	WN-12A-1318794	-21.98
Celda 46	WN-12A-1318784	-21.96
Celda 46	WN-12A-1318765	-21.89
Celda 46	WN-12A-1318804	-21.81
Celda 46	WN-12A-1318795	-21.68
Celda 46	WN-12A-1318767	-21.49
Celda 46	WN-12A-1318793	-21.41
Celda 46	WN-12A-1318775	-21.31
Celda 46	WN-12A-1318771	-21.26
Celda 46	WN-12A-1318785	-21.24
Celda 46	WN-12A-1318772	-21.22
Celda 46	WN-12A-1318746	-21.20
Celda 46	WN-12A-1318803	-21.20
Celda 46	WN-12A-1318763	-21.07
Celda 46	WN-12A-1318766	-21.06
Celda 46	WN-12A-1318792	-20.99
Celda 46	WN-12A-1318752	-20.94
Celda 46	WN-12A-1318779	-20.85

Celda 46	WN-12A-1318755	-20.82
Celda 46	WN-12A-1318781	-20.78
Celda 46	WN-12A-1318790	-20.52
Celda 46	WN-12A-1318774	-20.48
Celda 46	WN-12A-1318744	-20.44
Celda 46	WN-12A-1318782	-20.35
Celda 46	WN-12A-1318751	-20.25
Celda 46	WN-12A-1318791	-20.23
Celda 46	WN-12A-1318780	-20.17
Celda 46	WN-12A-1318768	-20.16
Celda 46	WN-12A-1318754	-20.15
Celda 46	WN-12A-1318806	-20.12
Celda 46	WN-12A-1318756	-20.07
Celda 46	WN-12A-1318753	-19.94
Celda 46	WN-12A-1318802	-19.92
Celda 46	WN-12A-1318798	-19.53
Celda 46	WN-12A-1318747	-19.52
Celda 46	WN-12A-1318773	-19.35
Celda 46	WN-12A-1318745	-19.31
Celda 46	WN-12A-1318805	-19.24
Celda 45	WN-12A-1318935	-22.85
Celda 45	WN-12A-1318941	-22.77
Celda 45	WN-12A-1318978	-22.72
Celda 45	WN-12A-1318937	-22.34
Celda 45	WN-12A-1318942	-22.33
Celda 45	WN-12A-1318974	-22.17
Celda 45	WN-12A-1318939	-21.97
Celda 45	WN-12A-1318940	-21.93
Celda 45	WN-12A-1318947	-21.73
Celda 45	WN-12A-1318973	-21.68
Celda 45	WN-12A-1318971	-21.67
Celda 45	WN-12A-1318964	-21.64
Celda 45	WN-12A-1318936	-21.54
Celda 45	WN-12A-1318922	-21.50
Celda 45	WN-12A-1318949	-21.43
Celda 45	WN-12A-1319002	-21.30
Celda 45	WN-12A-1318933	-21.29
Celda 45	WN-12A-1318946	-21.21
Celda 45	WN-12A-1318948	-21.21
Celda 45	WN-12A-1318970	-21.14
Celda 45	WN-12A-1318944	-21.03
Celda 45	WN-12A-1318928	-21.02
Celda 45	WN-12A-1318999	-21.01
Celda 45	WN-12A-1318958	-20.93
Celda 45	WN-12A-1318960	-20.91
Celda 45	WN-12A-1318982	-20.85

Celda 45	WN-12A-1319007	-20.81
Celda 45	WN-12A-1318957	-20.75
Celda 45	WN-12A-1318925	-20.71
Celda 45	WN-12A-1318945	-20.70
Celda 45	WN-12A-1318927	-20.69
Celda 45	WN-12A-1318991	-20.67
Celda 45	WN-12A-1318976	-20.64
Celda 45	WN-12A-1319004	-20.59
Celda 45	WN-12A-1319005	-20.55
Celda 45	WN-12A-1318932	-20.40
Celda 45	WN-12A-1318916	-20.39
Celda 45	WN-12A-1318938	-20.39
Celda 45	WN-12A-1318920	-20.37
Celda 45	WN-12A-1318930	-20.36
Celda 45	WN-12A-1318950	-20.27
Celda 45	WN-12A-1318966	-20.12
Celda 45	WN-12A-1318972	-19.97
Celda 45	WN-12A-1318923	-19.94
Celda 45	WN-12A-1318951	-19.72
Celda 45	WN-12A-1318924	-19.70
Celda 45	WN-12A-1318992	-19.66
Celda 45	WN-12A-1318921	-19.64
Celda 45	WN-12A-1318968	-19.64
Celda 45	WN-12A-1318997	-19.57
Celda 45	WN-12A-1319001	-19.45
Celda 45	WN-12A-1318993	-19.37
Celda 45	WN-12A-1318959	-19.19
Celda 45	WN-12A-1318967	-19.16
Celda 45	WN-12A-1318954	-19.12
Celda 45	WN-12A-1318995	-19.08
Celda 45	WN-12A-1318965	-18.59
Celda 45	WN-12A-1318953	-18.32
Celda 45	WN-12A-1318952	-18.24
Celda 45	WN-12A-1318926	-17.77
Celda 44	WN-12A-1319054	-22.20
Celda 44	WN-12A-1319145	-21.97
Celda 44	WN-12A-1319077	-21.95
Celda 44	WN-12A-1319096	-21.86
Celda 44	WN-12A-1319125	-21.50
Celda 44	WN-12A-1319056	-21.43
Celda 44	WN-12A-1319091	-21.43
Celda 44	WN-12A-1319064	-21.31
Celda 44	WN-12A-1319139	-21.30
Celda 44	WN-12A-1319087	-21.20
Celda 44	WN-12A-1319097	-21.14
Celda 44	WN-12A-1319084	-20.96

Celda 44	WN-12A-1319133	-20.88
Celda 44	WN-12A-1319086	-20.83
Celda 44	WN-12A-1319113	-20.63
Celda 44	WN-12A-1319083	-20.46
Celda 44	WN-12A-1319127	-20.36
Celda 44	WN-12A-1319098	-20.32
Celda 44	WN-12A-1319099	-20.29
Celda 44	WN-12A-1319057	-20.24
Celda 44	WN-12A-1319058	-20.21
Celda 44	WN-12A-1319075	-20.12
Celda 44	WN-12A-1319107	-20.07
Celda 44	WN-12A-1319080	-20.05
Celda 44	WN-12A-1319143	-20.04
Celda 44	WN-12A-1319108	-19.70
Celda 44	WN-12A-1319066	-19.66
Celda 44	WN-12A-1319138	-19.66
Celda 44	WN-12A-1319062	-19.59
Celda 44	WN-12A-1319074	-19.58
Celda 44	WN-12A-1319055	-19.55
Celda 44	WN-12A-1319104	-19.31
Celda 44	WN-12A-1319063	-19.28
Celda 44	WN-12A-1319076	-19.20
Celda 44	WN-12A-1319112	-19.15
Celda 44	WN-12A-1319059	-19.12
Celda 44	WN-12A-1319149	-19.07
Celda 44	WN-12A-1319070	-19.06
Celda 44	WN-12A-1319150	-18.90
Celda 44	WN-12A-1319100	-18.89
Celda 44	WN-12A-1319065	-18.49
Celda 44	WN-12A-1319151	-18.19
Celda 44	WN-12A-1319110	-15.64
Celda 44	WN-12A-1319124	-15.33
Celda 43	WN-12A-1319264	-22.84
Celda 43	WN-12A-1319158	-22.69
Celda 43	WN-12A-1319207	-22.56
Celda 43	WN-12A-1319517	-22.30
Celda 43	WN-12A-1319161	-22.27
Celda 43	WN-12A-1319238	-22.25
Celda 43	WN-12A-1319186	-22.18
Celda 43	WN-12A-1319263	-22.09
Celda 43	WN-12A-1319230	-22.01
Celda 43	WN-12A-1319239	-22.00
Celda 43	WN-12A-1319213	-21.92
Celda 43	WN-12A-1319509	-21.77
Celda 43	WN-12A-1319584	-21.72
Celda 43	WN-12A-1319166	-21.70

Celda 43	WN-12A-1319236	-21.66
Celda 43	WN-12A-1319226	-21.52
Celda 43	WN-12A-1319172	-21.48
Celda 43	WN-12A-1319266	-21.45
Celda 43	WN-12A-1319234	-21.44
Celda 43	WN-12A-1319269	-21.39
Celda 43	WN-12A-1319209	-21.37
Celda 43	WN-12A-1319159	-21.30
Celda 43	WN-12A-1319270	-21.29
Celda 43	WN-12A-1319267	-21.28
Celda 43	WN-12A-1319588	-21.28
Celda 43	WN-12A-1319157	-21.25
Celda 43	WN-12A-1319560	-21.19
Celda 43	WN-12A-1319277	-21.11
Celda 43	WN-12A-1319534	-21.09
Celda 43	WN-12A-1319233	-21.07
Celda 43	WN-12A-1319228	-21.06
Celda 43	WN-12A-1319578	-21.04
Celda 43	WN-12A-1319227	-20.93
Celda 43	WN-12A-1319216	-20.90
Celda 43	WN-12A-1319581	-20.85
Celda 43	WN-12A-1319275	-20.84
Celda 43	WN-12A-1319208	-20.82
Celda 43	WN-12A-1319206	-20.81
Celda 43	WN-12A-1319276	-20.81
Celda 43	WN-12A-1319585	-20.79
Celda 43	WN-12A-1319577	-20.75
Celda 43	WN-12A-1319156	-20.73
Celda 43	WN-12A-1319279	-20.73
Celda 43	WN-12A-1319202	-20.72
Celda 43	WN-12A-1319235	-20.67
Celda 43	WN-12A-1319284	-20.67
Celda 43	WN-12A-1319217	-20.63
Celda 43	WN-12A-1319274	-20.58
Celda 43	WN-12A-1319576	-20.57
Celda 43	WN-12A-1319199	-20.50
Celda 43	WN-12A-1319205	-20.49
Celda 43	WN-12A-1319573	-20.49
Celda 43	WN-12A-1319237	-20.27
Celda 43	WN-12A-1319198	-20.25
Celda 43	WN-12A-1319286	-20.15
Celda 43	WN-12A-1319561	-20.12
Celda 43	WN-12A-1319283	-20.06
Celda 43	WN-12A-1319325	-19.99
Celda 43	WN-12A-1319214	-19.90
Celda 43	WN-12A-1319552	-19.84

Celda 43	WN-12A-1319155	-19.78
Celda 43	WN-12A-1319218	-19.78
Celda 43	WN-12A-1319507	-19.75
Celda 43	WN-12A-1319232	-19.73
Celda 43	WN-12A-1319281	-19.65
Celda 43	WN-12A-1319225	-19.61
Celda 43	WN-12A-1319272	-19.60
Celda 43	WN-12A-1319562	-19.59
Celda 43	WN-12A-1319224	-19.56
Celda 43	WN-12A-1319564	-19.56
Celda 43	WN-12A-1319318	-19.53
Celda 43	WN-12A-1319154	-19.44
Celda 43	WN-12A-1319273	-19.37
Celda 43	WN-12A-1319222	-19.34
Celda 43	WN-12A-1319271	-19.33
Celda 43	WN-12A-1319298	-19.05
Celda 43	WN-12A-1319315	-18.95
Celda 43	WN-12A-1319559	-18.83
Celda 43	WN-12A-1319553	-18.58
Celda 43	WN-12A-1319550	-18.55

Anexo 9: Tabla de Cálculo de potencia mínima de recepción en todas la CTOs.

ID	POTENCIA MÍNIMA Rx EN CTO 1550 nm (dbm)	POTENCIA MÍNIMA Rx EN CTO 1490 nm (dbm)	POTENCIA MÍNIMA Rx EN CTO 1310 nm (dbm)
WN-12A-1319588	-24.695	-24.7906	-25.173
WN-12A-1319585	-24.7975	-24.9013	-25.3165
WN-12A-1319584	-24.7775	-24.8797	-25.2885
WN-12A-1319581	-24.7575	-24.8581	-25.2605
WN-12A-1319578	-24.7375	-24.8365	-25.2325
WN-12A-1319577	-24.7175	-24.8149	-25.2045
WN-12A-1319576	-24.6975	-24.7933	-25.1765
WN-12A-1319573	-24.6775	-24.7717	-25.1485
WN-12A-1319564	-24.635	-24.7498	-25.209
WN-12A-1319562	-24.61	-24.7228	-25.174
WN-12A-1319561	-24.595	-24.7066	-25.153
WN-12A-1319560	-24.57	-24.6796	-25.118
WN-12A-1319559	-24.6825	-24.8011	-25.2755
WN-12A-1319553	-24.6625	-24.7795	-25.2475
WN-12A-1319552	-24.6425	-24.7579	-25.2195
WN-12A-1319550	-24.6225	-24.7363	-25.1915
WN-12A-1319534	-24.6025	-24.7147	-25.1635
WN-12A-1319517	-24.5825	-24.6931	-25.1355
WN-12A-1319509	-24.5625	-24.6715	-25.1075
WN-12A-1319507	-24.6525	-24.7687	-25.2335
WN-12A-1319325	-24.6325	-24.7471	-25.2055
WN-12A-1319318	-24.6125	-24.7255	-25.1775
WN-12A-1319315	-24.5925	-24.7039	-25.1495
WN-12A-1319298	-24.5725	-24.6823	-25.1215
WN-12A-1319286	-24.6625	-24.7795	-25.2475
WN-12A-1319284	-24.64125	-24.75655	-25.21775
WN-12A-1319283	-24.62	-24.7336	-25.188
WN-12A-1319281	-24.59875	-24.71065	-25.15825
WN-12A-1319279	-24.5775	-24.6877	-25.1285
WN-12A-1319277	-24.55625	-24.66475	-25.09875
WN-12A-1319276	-24.535	-24.6418	-25.069
WN-12A-1319275	-24.515	-24.6202	-25.041
WN-12A-1319274	-24.5775	-24.6877	-25.1285
WN-12A-1319273	-24.5575	-24.6661	-25.1005
WN-12A-1319272	-24.5375	-24.6445	-25.0725

WN-12A-1319271	-24.5175	-24.6229	-25.0445
WN-12A-1319270	-24.5675	-24.6769	-25.1145
WN-12A-1319269	-24.5475	-24.6553	-25.0865
WN-12A-1319267	-24.5275	-24.6337	-25.0585
WN-12A-1319266	-24.5075	-24.6121	-25.0305
WN-12A-1319202	-24.585	-24.6958	-25.139
WN-12A-1319263	-24.565	-24.6742	-25.111
WN-12A-1319239	-24.545	-24.6526	-25.083
WN-12A-1319238	-24.525	-24.631	-25.055
WN-12A-1319237	-24.62	-24.7336	-25.188
WN-12A-1319236	-24.6	-24.712	-25.16
WN-12A-1319235	-24.58	-24.6904	-25.132
WN-12A-1319234	-24.56	-24.6688	-25.104
WN-12A-1319233	-24.54	-24.6472	-25.076
WN-12A-1319232	-24.52	-24.6256	-25.048
WN-12A-1319230	-24.5275	-24.6337	-25.0585
WN-12A-1319228	-24.5075	-24.6121	-25.0305
WN-12A-1319227	-24.6175	-24.7309	-25.1845
WN-12A-1319226	-24.595	-24.7066	-25.153
WN-12A-1319225	-24.5725	-24.6823	-25.1215
WN-12A-1319224	-24.55	-24.658	-25.09
WN-12A-1319222	-24.5275	-24.6337	-25.0585
WN-12A-1319218	-24.505	-24.6094	-25.027
WN-12A-1319217	-24.62	-24.7336	-25.188
WN-12A-1319216	-24.6	-24.712	-25.16
WN-12A-1319214	-24.58	-24.6904	-25.132
WN-12A-1319213	-24.56	-24.6688	-25.104
WN-12A-1319209	-24.54	-24.6472	-25.076
WN-12A-1319208	-24.5	-24.604	-25.02
WN-12A-1319207	-24.8775	-24.9877	-25.4285
WN-12A-1319206	-24.8575	-24.9661	-25.4005
WN-12A-1319205	-24.8375	-24.9445	-25.3725
WN-12A-1319264	-24.975	-25.093	-25.565
WN-12A-1319199	-24.955	-25.0714	-25.537
WN-12A-1319198	-24.935	-25.0498	-25.509
WN-12A-1319186	-24.915	-25.0282	-25.481
WN-12A-1319172	-24.895	-25.0066	-25.453
WN-12A-1319166	-24.875	-24.985	-25.425
WN-12A-1319161	-24.855	-24.9634	-25.397
WN-12A-1319159	-24.935	-25.0498	-25.509
WN-12A-1319158	-24.915	-25.0282	-25.481
WN-12A-1319157	-24.895	-25.0066	-25.453
WN-12A-1319156	-24.875	-24.985	-25.425
WN-12A-1319155	-24.855	-24.9634	-25.397

WN-12A-1319154	-24.835	-24.9418	-25.369
WN-12A-1319151	-24.255	-24.3394	-24.677
WN-12A-1319150	-24.235	-24.3178	-24.649
WN-12A-1319149	-24.215	-24.2962	-24.621
WN-12A-1319145	-24.33	-24.4204	-24.782
WN-12A-1319143	-24.3175	-24.4069	-24.7645
WN-12A-1319139	-24.305	-24.3934	-24.747
WN-12A-1319138	-24.2925	-24.3799	-24.7295
WN-12A-1319133	-24.28	-24.3664	-24.712
WN-12A-1319127	-24.2675	-24.3529	-24.6945
WN-12A-1319125	-24.255	-24.3394	-24.677
WN-12A-1319124	-24.255	-24.3394	-24.677
WN-12A-1319113	-24.235	-24.3178	-24.649
WN-12A-1319112	-24.215	-24.2962	-24.621
WN-12A-1319110	-24.27	-24.3556	-24.698
WN-12A-1319108	-24.25	-24.334	-24.67
WN-12A-1319107	-24.23	-24.3124	-24.642
WN-12A-1319104	-24.29	-24.3772	-24.726
WN-12A-1319100	-24.27	-24.3556	-24.698
WN-12A-1319099	-24.25	-24.334	-24.67
WN-12A-1319098	-24.23	-24.3124	-24.642
WN-12A-1319097	-24.21	-24.2908	-24.614
WN-12A-1319096	-24.19	-24.2692	-24.586
WN-12A-1319091	-24.3025	-24.3907	-24.7435
WN-12A-1319087	-24.2825	-24.3691	-24.7155
WN-12A-1319086	-24.2625	-24.3475	-24.6875
WN-12A-1319084	-24.2425	-24.3259	-24.6595
WN-12A-1319083	-24.2225	-24.3043	-24.6315
WN-12A-1319080	-24.2025	-24.2827	-24.6035
WN-12A-1319077	-24.1825	-24.2611	-24.5755
WN-12A-1319076	-24.2075	-24.2881	-24.6105
WN-12A-1319075	-24.1875	-24.2665	-24.5825
WN-12A-1319074	-24.1675	-24.2449	-24.5545
WN-12A-1319070	-24.205	-24.2854	-24.607
WN-12A-1319066	-24.185	-24.2638	-24.579
WN-12A-1319065	-24.165	-24.2422	-24.551
WN-12A-1319064	-24.145	-24.2206	-24.523
WN-12A-1319063	-24.125	-24.199	-24.495
WN-12A-1319062	-24.105	-24.1774	-24.467
WN-12A-1319059	-24.085	-24.1558	-24.439
WN-12A-1319058	-24.155	-24.2314	-24.537
WN-12A-1319057	-24.135	-24.2098	-24.509
WN-12A-1319056	-24.115	-24.1882	-24.481
WN-12A-1319055	-24.095	-24.1666	-24.453

WN-12A-1319054	-24.075	-24.145	-24.425
WN-12A-1318916	-23.9125	-23.9935	-24.3175
WN-12A-1318920	-23.9325	-24.0151	-24.3455
WN-12A-1318921	-23.91	-23.9908	-24.314
WN-12A-1318922	-23.93	-24.0124	-24.342
WN-12A-1318923	-23.95	-24.034	-24.37
WN-12A-1318924	-23.97	-24.0556	-24.398
WN-12A-1318925	-23.915	-23.9962	-24.321
WN-12A-1318926	-23.935	-24.0178	-24.349
WN-12A-1318927	-23.955	-24.0394	-24.377
WN-12A-1318928	-23.975	-24.061	-24.405
WN-12A-1318930	-23.995	-24.0826	-24.433
WN-12A-1318967	-24.015	-24.1042	-24.461
WN-12A-1318933	-23.845	-23.9206	-24.223
WN-12A-1318932	-23.865	-23.9422	-24.251
WN-12A-1318936	-23.885	-23.9638	-24.279
WN-12A-1318937	-23.905	-23.9854	-24.307
WN-12A-1318938	-23.925	-24.007	-24.335
WN-12A-1318939	-23.945	-24.0286	-24.363
WN-12A-1318940	-23.965	-24.0502	-24.391
WN-12A-1318941	-23.985	-24.0718	-24.419
WN-12A-1318942	-23.85	-23.926	-24.23
WN-12A-1318944	-23.87	-23.9476	-24.258
WN-12A-1318945	-23.89	-23.9692	-24.286
WN-12A-1318946	-23.91	-23.9908	-24.314
WN-12A-1318947	-23.8225	-23.8963	-24.1915
WN-12A-1318948	-23.8375	-23.9125	-24.2125
WN-12A-1318949	-23.8575	-23.9341	-24.2405
WN-12A-1318950	-23.8775	-23.9557	-24.2685
WN-12A-1318951	-23.8975	-23.9773	-24.2965
WN-12A-1318952	-23.9175	-23.9989	-24.3245
WN-12A-1318953	-23.9375	-24.0205	-24.3525
WN-12A-1318954	-23.93	-24.0124	-24.342
WN-12A-1318957	-24.0825	-24.1531	-24.4355
WN-12A-1318958	-24.1025	-24.1747	-24.4635
WN-12A-1318959	-24.1225	-24.1963	-24.4915
WN-12A-1318960	-24.1425	-24.2179	-24.5195
WN-12A-1318964	-24.1625	-24.2395	-24.5475
WN-12A-1318965	-24.1825	-24.2611	-24.5755
WN-12A-1318966	-24.2025	-24.2827	-24.6035
WN-12A-1318935	-24.2325	-24.3151	-24.6455
WN-12A-1318968	-24.07	-24.1396	-24.418
WN-12A-1318970	-24.09	-24.1612	-24.446
WN-12A-1318971	-24.11	-24.1828	-24.474

WN-12A-1318972	-24.13	-24.2044	-24.502
WN-12A-1318973	-24.15	-24.226	-24.53
WN-12A-1318974	-24.17	-24.2476	-24.558
WN-12A-1318976	-24.19	-24.2692	-24.586
WN-12A-1318978	-24.21	-24.2908	-24.614
WN-12A-1318744	-24.0125	-24.1015	-24.4575
WN-12A-1318745	-24.04	-24.1312	-24.496
WN-12A-1318746	-24.06	-24.1528	-24.524
WN-12A-1318747	-24.08	-24.1744	-24.552
WN-12A-1318751	-24.1	-24.196	-24.58
WN-12A-1318752	-24.0225	-24.1123	-24.4715
WN-12A-1318753	-24.0425	-24.1339	-24.4995
WN-12A-1318754	-24.0625	-24.1555	-24.5275
WN-12A-1318755	-24.0125	-24.1015	-24.4575
WN-12A-1318756	-24.0325	-24.1231	-24.4855
WN-12A-1318763	-24.0525	-24.1447	-24.5135
WN-12A-1318764	-24.0725	-24.1663	-24.5415
WN-12A-1318765	-24.0925	-24.1879	-24.5695
WN-12A-1318766	-24.1125	-24.2095	-24.5975
WN-12A-1318767	-24.1325	-24.2311	-24.6255
WN-12A-1318768	-24.1525	-24.2527	-24.6535
WN-12A-1318771	-24.2925	-24.3799	-24.7295
WN-12A-1318772	-24.3125	-24.4015	-24.7575
WN-12A-1318773	-24.3325	-24.4231	-24.7855
WN-12A-1318774	-24.2825	-24.3691	-24.7155
WN-12A-1318775	-24.3025	-24.3907	-24.7435
WN-12A-1318779	-24.31	-24.3988	-24.754
WN-12A-1318780	-24.33	-24.4204	-24.782
WN-12A-1318781	-24.35	-24.442	-24.81
WN-12A-1318782	-24.37	-24.4636	-24.838
WN-12A-1319002	-24.39	-24.4852	-24.866
WN-12A-1318784	-24.41	-24.5068	-24.894
WN-12A-1318785	-24.43	-24.5284	-24.922
WN-12A-1318790	-24.365	-24.4582	-24.831
WN-12A-1318791	-24.385	-24.4798	-24.859
WN-12A-1318792	-24.405	-24.5014	-24.887
WN-12A-1318793	-24.36	-24.4528	-24.824
WN-12A-1318794	-24.38	-24.4744	-24.852
WN-12A-1318795	-24.4	-24.496	-24.88
WN-12A-1318798	-24.42	-24.5176	-24.908
WN-12A-1318802	-24.45	-24.55	-24.95
WN-12A-1318803	-24.48	-24.5824	-24.992
WN-12A-1318804	-24.51	-24.6148	-25.034
WN-12A-1318805	-24.3725	-24.4663	-24.8415

WN-12A-1318806	-24.405	-24.5014	-24.887
WN-12A-1318982	-24.42	-24.5176	-24.908
WN-12A-1318991	-24.435	-24.5338	-24.929
WN-12A-1318992	-24.45	-24.55	-24.95
WN-12A-1318993	-24.4075	-24.5041	-24.8905
WN-12A-1318995	-24.42	-24.5176	-24.908
WN-12A-1318997	-24.44	-24.5392	-24.936
WN-12A-1318999	-24.46	-24.5608	-24.964
WN-12A-1319001	-24.5175	-24.6229	-25.0445
WN-12A-1318783	-24.54	-24.6472	-25.076
WN-12A-1319004	-24.4675	-24.5689	-24.9745
WN-12A-1319005	-24.4875	-24.5905	-25.0025
WN-12A-1319007	-24.5075	-24.6121	-25.0305
WN-12A-1318743	-24.2275	-24.3337	-24.7585
WN-12A-1318742	-24.2075	-24.3121	-24.7305
WN-12A-1318736	-24.1875	-24.2905	-24.7025
WN-12A-1318735	-24.1675	-24.2689	-24.6745
WN-12A-1318734	-24.1475	-24.2473	-24.6465
WN-12A-1318733	-24.10325	-24.19951	-24.58455
WN-12A-1318723	-24.25075	-24.35881	-24.79105
WN-12A-1318731	-24.23	-24.3364	-24.762
WN-12A-1318730	-24.21	-24.3148	-24.734
WN-12A-1318725	-24.19	-24.2932	-24.706
WN-12A-1318724	-24.17	-24.2716	-24.678
WN-12A-1318732	-24.15	-24.25	-24.65
WN-12A-1318722	-24.11075	-24.20761	-24.59505
WN-12A-1318721	-24.23825	-24.34531	-24.77355
WN-12A-1318720	-24.2175	-24.3229	-24.7445
WN-12A-1318719	-24.1975	-24.3013	-24.7165
WN-12A-1318717	-24.1775	-24.2797	-24.6885
WN-12A-1318716	-24.1575	-24.2581	-24.6605
WN-12A-1318711	-24.1375	-24.2365	-24.6325
WN-12A-1318710	-24.10575	-24.20221	-24.58805

Anexo 10 : Datasheet OLT MA5800-X15.

Product Specifications			
Product Indicator			
	MA5800-X17	MA5800-X15	MA5800-X7
H x W x D (mm)	486 x 493 x 287	486 x 442 x 287	263.9 x 442 x 268.7
Payload switching capacity of the control board	MPLA/MPLB: 7 Tbit/s MPLG: 7.3 Tbit/s		
Maximum payload bandwidth per service slot	200 Gbit/s		
Number of concurrent 4K video users	16000		8000
Power supply mode	DC power supply (dual for backup)		
Rated voltage	-48 V/-60 V		
Ambient temperature	-40 °C to +65 °C* (normal operation) Minimum startup temperature: -25 °C * +65°C indicates the temperature of the air intake vent of the service subrack.		
GPON/XG-PON/ XGS-PON ports	16 x 17 = 272	16 x 15 = 240	16 x 7 = 112
Upstream ports (Dual control boards for upstream transmission)	MPLA/MPLB: 8 x 10GE/GE MPLG: 2 x 100GE + 4 x 10GE/GE		

Copyright © Huawei Technologies Co., Ltd. 2021. All rights reserved.

General disclaimer

The information in this document may contain predictive statements including, without limitation, statements regarding the future financial and operating results, future product portfolio, new technology, etc. there are a number of factors that could cause actual results and developments to differ materially from those expressed or implied in the predictive statements. Therefore, such information is provided for reference purpose only and constitutes neither an offer nor an acceptance. Huawei may change the information at any time without notice.

<http://www.huawei.com>

Anexo 11: Características de módulo SPF C+

Table 2 describes the optical parameters for the GPON class C+ SFP OLT transceiver module.

Table 2. Optical Parameters for GPON Class C+ SFP OLT Transceiver Module

Parameter	Symbol	Minimum	Typical	Maximum	Units
Transmitter					
Data rate	-	-	2.488	-	Gb/s
Optical transmit power	P _o	3	-	7	dBm
Output center wavelength	-	1480	-	1500	nm
Side mode suppression ratio	SMSR	30	-	-	dB
Extinction ratio	E _r	8.2	-	-	dB
Output power at transmit off	-	-	-	-39	dBm
Receiver					
Wavelength of operation	-	1290	-	1330	nm
Data rate	-	-	1.244	-	Gb/s
Sensitivity	Sen	-	-	-31	dBm
Saturation optical power	Sat	-12	-	-	dBm
Burst packet detect sensitivity	-	-	-	-30	dBm

Environmental Conditions and Power Requirements

Operating temperature range (see Table 3):

- Commercial temperature range (COM): 0 to 70°C (32 to 158°F)
- Industrial temperature range (IND): -40 to 85°C (-40 to 185°F)
- Storage temperature range: -40 to 85°C (-40 to 185°F)

Cisco SFP modules typically consume up to 1.9W per SFP port.

Anexo 12: Características de cable ADSS G.652D

1. DESCRIPCIÓN DE PRODUCCIÓN

Esta especificación cubre los requisitos generales y el rendimiento de cable ADSS adecuado para aérea, que HSC ofrece incluyendo características ópticas, las características mecánicas y características geométricas.

2. Referencias

El cable que HSC ofreció estará diseñado, fabricado y probado de acuerdo

a las internacionales ORMAS como sigue: ISO9001

	Sistemas de gestión de la calidad
ISO 14001	Sistemas de Gestión Ambiental
IEC60793-1	Fibra óptica Parte 1: especificaciones genéricas
IEC60793-2	La fibra óptica Parte 2: Especificaciones del producto
UIT-T G.650	Métodos Definición y de prueba para los parámetros pertinentes de las fibras monomodo
UIT-T G.652	Características de un cable de fibra óptica monomodo
IEC60794-3-10 cables al aire libre - especificación de la familia de conducto y directamente enterrados óptico cables de telecomunicaciones	
IEC60794-3-20 cables al aire libre - especificación de la familia de óptica autoportante aérea cables de telecomunicaciones	

3. FIBRA ÓPTICA

características de la fibra óptica (fibra) G.652D

Categoría	Descripción		Presupuesto
			D G.652
Especificaciones ópticas	Atenuación	@ 1310 nm	≤0.35 dB / km
		@ 1550 nm	≤0.25 dB / km
	La atenuación frente a la longitud de onda @ 1285 ~ 1330 nm	@ 1525 ~ 1575 nm	≤0.05 dB / km
			≤0.05 dB / km
	Longitud de onda de dispersión cero (Nuevo México)		1300 ~ 1324
	Cero pendiente de dispersión		≤0.092 ps / nm ±. km
	Dispersión	@ 1285 ~ 1330 nm	≤3.5 ps / nm.km
		@ 1550 nm	≤18 ps / nm.km
	Polarización Mode Dispersion (PMD)		≤0.2 ps / km $\sqrt{2}$
	Enlace valor PMD		≤0.15 ps / km $\sqrt{2}$
	Cable de corte de longitud de onda (λ ₀₂)		≤1260 nm

Anexo 13: Datasheet del cable drop.con certificación G.657.A2

Características del Cable

Tipo de Fibra	Monomodo – GJYXFCH-1B
Certificación	G.657.A2
Número de Fibras	1
Longitud del cable	2000m o 2km
Diámetro del cable	5.0*2.0 mm
Temperatura	-40°C hasta +70°C
espesor de la chaqueta	0.8mm
Atenuación	1310nm ≤0.36dB/km
	1550nm≤0.24dB/km
Resistencia al aplastamiento	Tramos cortos : 2200N
	Tramos largos : 1000N
integridad estructural y apariencia del cable	El cable está completo y no presenta defectos
Impresión	Multiplay
material de la chaqueta	Chaqueta negra - LSZH
miembro de fuerza	2 FRP
diámetro del revestimiento	124.2 hasta 125.4 (125±1.0µm)
Revestimiento No circularidad	0 hasta 0.91 (≤1.0%)
diámetro del recubrimiento	240 hasta 249.41 (245±10µm)

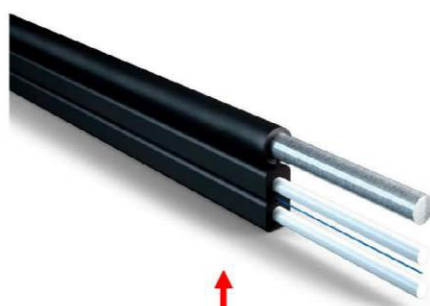
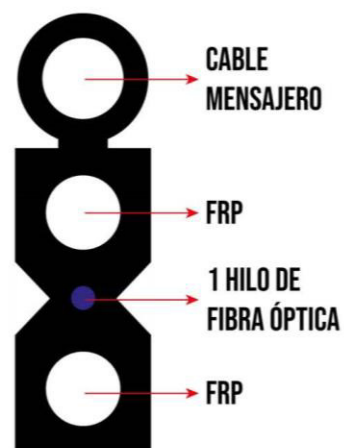


Imagen Referencial



Anexo 14: Datasheet de ONT EG8145v5



Datasheet

EchoLife EG8145V5 Datasheet

EchoLife EG8145V5, an intelligent routing-type ONT

Overview



Device Parameters

Dimensions (H x W x D) (without external antenna and pads)	30 mm x 173 mm x 120 mm (without external antenna and pads)	System power supply	11–14 V DC, 1.5A
Weight	About 250 g	Static power consumption	5.3 W
Operating temperature	0°C to 40°C	Maximum power consumption	18 W
Operating humidity	5% RH to 95% RH (non-condensing)	NNI	GPON
Power adapter input	100–240 V AC, 50/60 Hz	UNI	1POTS + 4GE + 2.4G/5G Wi-Fi+ 1USB
Indicators	Power/PON/LOS/LAN/TEL/USB/WLAN/WPS	Optical Connector	SC/APC