



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 de fibra óptica FFTH para mejorar
la calidad de acceso a internet en el centro poblado
Tomaque distrito de Bagua carretera Bagua Copallin
región Amazonas**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

AUTOR

Javier Oswaldo ROJAS ANTÓN

ASESOR

Mg. Carlos Alberto CHIRI HUANCA

Lima, Perú

2022



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

Rojas, J. (2022). *Diseño de una red de fibra óptica FFTH para mejorar la calidad de acceso a internet en el centro poblado Tomaque distrito de Bagua carretera Bagua Copallin región Amazonas*. [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	Javier Oswaldo Rojas Antón
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72204463
URL de ORCID	No aplica
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Carlos Alberto Chiri Huanca
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	09293427
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-1203-2005
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Wilbert Chavez Irazabal
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08121733
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Rejis Renato Paredes Peñafiel
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06758404
Datos de investigación	
Línea de investigación	C.0.3.6. Comunicación Óptica

Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Edificio Empresarial Narciso de la Colina País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Miraflores Centro poblado: No aplica Urbanización: Municipal Manzana y lote: No aplica Calle: Narciso de la Colina Nro. 481 Latitud: -12.118252 Longitud: -77.026418
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2021 - 2022
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería eléctrica, Ingeniería electrónica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01 Telecomunicaciones https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.05



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



UNMSM

Firmado digitalmente por PAREDES
PENAFIEL Rejis Renato FAU
20148092282 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 27.08.2022 10:21:20 -05:00



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL Nº 024/FIEE-EPIE/2022

Los suscritos Miembros del Jurado, nombrados por la Comisión Ejecutiva del Programa de Perfeccionamiento Profesional de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, reunidos en la fecha, bajo La Presidencia del **MG. CHAVEZ IRAZABAL WILBERT** integrado por **MG. CARLOS ALBERTO CHIRI HUANCA** y el **MG. REJIS RENATO PAREDES PEÑAFIEL**

Después de escuchar la Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional del **Bach. ROJAS ANTÓN, JAVIER OSWALDO** con código Nº **14190144** que para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico sustentó el Trabajo de Suficiencia Profesional titulado **DISEÑO DE UNA RED DE FIBRA OPTICA FFTH PARA MEJORAR LA CALIDAD DE ACCESO A INTERNET EN EL CENTRO POBLADO TOMAQUE DISTRITO DE BAGUA CARRETERA BAGUA COPALLIN REGION AMAZONAS.**

El jurado examinador procedió a formular las preguntas reglamentarias y, luego de una deliberación en privado, decidió aprobar otorgándole el calificativo de **diecisiete (17)**.

Ciudad Universitaria, 20 de agosto de 2022

MG. CHAVEZ IRAZABAL WILBERT
Presidente de Jurado

MG. CARLOS ALBERTO CHIRI HUANCA
Miembro Jurado

MG. REJIS RENATO PAREDES PEÑAFIEL
Miembro Jurado



Universidad del Perú. Decana de América
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRÓNICA

Informe de evaluación de originalidad.

1. Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica.
2. Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica.
3. Emisor del Informe el director de la Escuela Profesional de Ingeniería de Electrónica.
4. Operador del programa informático de similitudes: Rejis Renato Paredes Peñafiel.
5. Documento evaluado: Trabajo de Suficiencia Profesional para título de (pregrado) **DISEÑO DE UNA RED DE FIBRA OPTICA FTTB PARA MEJORAR LA CALIDAD DE ACCES A INTERNET EN EL CENTRO POBLADO TOMAQUE DISTRITO DE BAGUA CARRETERA BAGUA COPALLIN REGION AMAZONAS**
6. Autor de la tesis: JAVIER OSWALDO ROJAS ANTON
7. Fecha de aplicación de recepción del documento: 14-06-2022
8. Fecha de aplicación del programa informático de similitudes: 14-06-2022
9. Software utilizado: Turnitin.
10. Configuración del programa detector de similitudes:
 - Excluye citas.
 - Excluye bibliografía.
 - Excluye cadenas menores de 40 palabras
11. Porcentaje de similitudes según programa detector: Diez por ciento – 10%
12. Fuentes originales de las similitudes encontradas.

1. repositorio.unp.edu.pe	2% Fuente de Internet
2. hdl.handle.net	1% Fuente de Internet
3. www.itu.int	1% Fuente de Internet
4. repositorioacademico.upc.edu.pe	1% Fuente de Internet
5. es.wikipedia.org	1% Fuente de Internet
6. www.google.com.br	1% Fuente de Internet
7. sites.google.com	1% Fuente de Internet
8. Submitted to Universidad Estatal a Distancia	1% Trabajo del estudiante
9. www.colinanet.com	<1% Fuente de Internet
10. cybertesis.unmsm.edu.pe	<1% Fuente de Internet
11. www.limos.com	<1% Fuente de Internet
12. repositorio.ucsg.edu.ec	<1% Fuente de Internet
13. carissimaindeliciis.blogspot.com	<1% Fuente de Internet
14. docplayer.es	<1% Fuente de Internet
15. happylibnet.com	<1% Fuente de Internet

1. Observaciones: Ninguna.

13. Calificación de originalidad.
 - Documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones.
14. Fecha del informe: 28 de noviembre 2022.

Atentamente,

MG. PAREDES PEÑAFIEL, REJIS RENATO

That era has passed,
nothing that belonged to it exist any more.

He remembers those vanished years
as though looking through a dusty window pane,
the past is something he could see, but not touch
and everything he sees is blurred and indistinct

In the mood for love
Wong Kar-wai
2000

DEDICATORIA

Dedicado a mi mamá y papá
por darme la vida,
dedicado a mi hermano,
por darme ganas de vivirla.

AGRADECIMIENTOS

Los resultados de este proyecto están dedicados a todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación.

A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por abrirme las puertas, darme la posibilidad estudiar y ser un profesional. Agradecer a mi asesor, quien con su conocimientos y experiencia encaminaron la finalización del presente trabajo.

Agradecer a mis amigos, a quienes no podría nombrar en su totalidad por la brevedad de estos párrafos, a quienes agradezco su apoyo, comprensión y tiempo compartido.

A mi tío Braulio Rojas Núñez quien con su invaluable conocimiento sentó las bases de este proyecto.

Le doy gracias a mi familia, por el apoyo brindado a través de todos estos años. A mis padres Jaime e Ynés por su amor, comprensión en todo momento y por brindarme una excelente educación a lo largo de mi vida. A mi hermano Jaime Alonso, por su apoyo, tiempo, paciencia, comprensión, atención y amor, motivo por el que es fundamental en mi día a día. A ellos tres les debo todo, razón por la cual les estaré siempre agradecido por todo y para toda la vida.

RESUMEN

La crisis sanitaria desatada por el COVID 19, ocasionó que las personas cambien sus hábitos en las actividades relacionadas con la educación, salud, comercio y recreación, debiendo ingresar a la digitalización, donde el acceso a internet desempeña un papel esencial. En el Perú este cambio no ha alcanzado a todos por igual, debido al déficit de infraestructura existente y como consecuencia el incremento de las brechas digitales existentes, siendo las zonas rurales las más afectadas.

Se diseña una Red de fibra óptica al hogar (Fiber To The Home – FTTH) para mejorar la calidad del acceso a internet en el centro poblado Tomaque distrito de Bagua carretera Bagua-Copallin, región de Amazonas. Se presenta el cálculo de la demanda del centro poblado Tomaque, la determinación de la cantidad de abonados que se pueden cubrir con el diseño de la red FTTH, la ubicación los equipos como splitters, terminales de línea óptica (OLT) y terminales de red óptica (ONT), cálculo del presupuesto de potencia, con lo que se determina la viabilidad de los enlaces desde la OLT hasta las ONT verificando que la señal es capaz de alcanzar las distancias establecidas, para establecer la capacidad de los servicios a ser brindados.

.

Palabras claves: FTTH, acceso, OLT, ONT, GPON

ABSTRACT

The health crisis unleashed by COVID 19, caused people to change their habits and customs in activities related to education, health, commerce and recreation, having to enter sometimes abruptly, to digitization, where access to the internet plays an essential role. In Peru, this change has not reached all equally, due to the existing infrastructure deficit and as a consequence increases in existing digital gaps, with rural areas being the most affected.

In this report, a Fiber Optic Home Network (FTTH) is designed to improve the quality of internet access in the Tomaque town center, Bagua district, Bagua-Copallin highway, Amazonas region, allow access to the tools of the multi-channel distance education service "Aprendo en Casa", provided by the government of Peru as an alternative to face-to-face classes, keeping students in a safe environment, free of contamination, such as their homes.

The study presents the calculation of the demand of the Tomaque town center, the determination of the number of subscribers that can be covered with the FTTH network, the design of the FTTH network and the location of equipment such as splitters, Optical Line Terminals (OLT) and Network Optics Terminals (ONT). Subsequently, with the calculation of the power budget, the viability of the links from the OLT to the ONT is determined so that there is a signal capable of reaching the established distances, to finally establish the capacity of the services to be provided.

Keywords: FTTH, access, OLT, ONT, GPON.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
TABLA DE CONTENIDO	iii
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABLAS	vi
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO II: INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD	3
2.1 Institución – Actividad que desarrolla	3
2.2 Periodo de duración de la actividad.....	3
2.3 Finalidad y objetivos de la entidad.....	4
2.4 Razón social	4
2.5 Dirección postal	4
2.6 Correo electrónico del profesional a cargo.	4
CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	5
3.1 Organización de la actividad.....	5
3.2 Finalidad y objetivos de la Actividad	7
3.2.1 Finalidad	7
3.2.2 Objetivos	7
3.3 Problemática.....	7
3.3.1 Problema General	7
3.3.2 Problemas Específicos	8
3.3.3 Justificación e importancia de la investigación	8
3.4 Metodología.....	10
3.4.1 Bases teóricas.....	12
3.4.2 Marco conceptual	15

3.5	Procedimiento.....	21
3.5.1	Dimensionamiento de la cantidad de abonados	21
3.5.2	Topología	28
3.5.3	Calculo de las distancias	35
3.6	Resultado de la actividad.....	39
3.6.1	Presentación de Resultados.....	40
3.6.2	Discusión de Resultados	44
CAPITULO IV: CONCLUSIONES		45
4.1	Justificación	45
4.1.1	Evaluación económica.....	45
4.2	Descripción de la implementación	47
4.3	Conclusiones	47
CAPITULO V: RECOMENDACIONES		48
CAPITULO VI: BIBLIOGRAFIA		49
ANEXO N° 01		52
ANEXO N° 02		55
ANEXO N° 03		57
ANEXO N° 04		59
ANEXO N° 05		61
ANEXO N° 06		65
ANEXO N° 07		70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metodología	11
Figura 6. Vista área del centro poblado Tomaque	22
Figura 7. Vista área del centro poblado Tomaque Zona Centro	23
Figura 8. Ubicación de parcelas del centro poblado Tomaque Zona Centro	23
Figura 9. Numeración de parcelas del centro poblado Tomaque Zona Centro	24
Figura10. Numeración de parcelas medianas del centro poblado Tomaque Zona Centro	26
Figura 11. Vista área del centro poblado Tomaque Zona noreste	27
Figura 12. Vista área del centro poblado Tomaque Zona sureste	28
Figura 13. Topología de la red FTTH a diseñar	29
Figura 15. Ubicación de los splitters de la red de alimentación	31
Figura 16 Ubicación de los splitters de la red de distribucion	33
Figura 17 Distribución de los splitters 2x4 y 1x16	35
Figura 18. Distancia de los splitters primarios hacia el nodo	37
Figura 19. Distancia de los splitters secundarios a los splitters primarios	38

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1. Cantidad de abonados en el centro poblado Tomaque Zona Centro	25
Tabla 3.2. Splitters de la red de alimentación.....	32
Tabla 3.3. Splitters de la red de distribución	34
Tabla 3.4. Distancia de la OLT a los splitters de la red de alimentación primaria.....	36
Tabla 3.5. Distancia de la OLT a los splitters de la red de alimentación backup	37
Tabla 3.6. Distancia de la OLT a los splitters de la red de distribución .	39
Tabla 4.1. Resultados perdidos ópticas en el canal downstream	41
Tabla 4.2. Resultados perdidos ópticas en el canal upstream	42
Tabla 4.3. Tasa de velocidad por usuario	43
Tabla 4.4. Ancho de banda consumido.....	44
Tabla 4.6. Presupuesto del proyecto.....	46

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

En el marco de la emergencia nacional desatada por la pandemia del COVID-19 durante el mes de marzo del 2020, el gobierno del Perú tuvo que plantear estrategias en todos los niveles del estado, como las que motivan el Decreto de Urgencia N° 026-2020 donde se establecen medidas excepcionales y temporales para prevenir la propagación del Coronavirus, una de ellas fue el trabajo remoto o la resolución ministerial N° 160-2020-MINEDU que establece que el inicio del año académico a partir del 6 de abril bajo las estrategias del servicio multicanal de educación a distancia “Aprendo en casa”, las cuales evidenciaron el principal problema de la aplicación de estas nuevas estrategias: el acceso al internet de banda ancha.

Al mes de junio del 2020, el desarrollo de la estrategia educativa adoptada plantea un reto a nivel de conectividad en el país, solo 40.1% de los hogares del país tuvieron acceso a internet durante el primer trimestre del 2020 y el 5.9% de los hogares en las áreas rurales contaban con internet, estas cifras nos indican la “brecha digital” existente, en Lima el 62.9% de hogares tiene conexión a internet (INEI, 2020).

A pesar de los esfuerzos que se dan para el desarrollo de proyectos de redes de transporte y acceso a las regiones del país, es evidente que una estrategia que aborde la educación en línea resulta aún inviable, pudiendo ocasionar el término del año escolar adelantado en las zonas rurales como fue el caso de Bolivia, donde el 40% de su población vive en zonas rurales que no cuentan con acceso a internet (El Comercio, 2020)

Con la estrategia “Aprendo en casa” brindada para las instituciones educativas primarias, secundarias públicas se hace uso de tres medios distintos de difusión: televisión, radio e internet. Este último medio es la herramienta que permitiría poder llevar un contenido orientado a las exigencias de las

localidades, sin embargo resultó siendo la segunda herramienta más utilizada a nivel nacional, de acuerdo a los resultados de la encuesta realizada en junio del 2020 por la Unidad de Seguimiento y Evaluación Oficina de Seguimiento y Evaluación Estratégica del Ministerio de Educación, y a nivel rural se observa que la utilización de la internet como herramienta de aprendizaje se ve reducida a un 9%, ocupando el último lugar de las 4 herramientas activas (Televisión, Radio, Internet y Whatsapp) dejando en evidencia la poca penetración que tiene el internet en este sector.(MINEDU, 2020)

En el centro poblado Tomaque ubicado en el distrito de Bagua provincia de la región Amazonas, con 237 viviendas y 556 habitantes (INEI, 2017) se enfrentan a la difícil tarea para seguir aprendiendo en medio del aislamiento social obligatorio, con un colegio y 6 instituciones educativas superior, las cuales cuentan con conexión a internet de baja velocidad a través de la red móvil.

CAPITULO II: INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD

2.1 Institución – Actividad que desarrolla

COLINANET S.A. es una empresa peruana del rubro de Telecomunicaciones que fue fundada en la ciudad de Lima en el año 2006; tiene como objetivo principal brindar el servicio de internet con una excelente conectividad y una mayor disponibilidad para navegar de manera segura y confiable a Empresas y entidades del sector Público en todo el Perú y Latinoamérica gracias a la amplia cobertura y atención personalizada de nuestro equipo. COLINANET cuenta con 34 trabajadores a la fecha y con dos (02) sedes en Lima siendo éstas las siguientes:

- Sede Administrativa: Calle Narciso De La Colina N°481 Oficina 1502 – Urbanización Municipal, Distrito Miraflores.
- Sede Operativa: Calle Los Mirtos N°441 – Urbanización San Eugenio, Distrito Lince.

2.2 Periodo de duración de la actividad.

Desde Enero 2021 hasta Febrero 2022

2.3 Finalidad y objetivos de la entidad

Visión:

Ser los principales proveedores de Internet para Empresas en todo Perú y Latinoamérica, gracias a la amplia cobertura y atención personalizada de nuestro equipo.

Misión:

Tener tecnología de primera en nuestros productos y servicios para una óptima satisfacción de nuestros clientes.

2.4 Razón social

COLINANET SOCIEDAD ANONIMA

2.5 Dirección postal

Cal. Narciso de la Colina Nro. 481, Miraflores, Lima Metropolitana, Perú

2.6 Correo electrónico del profesional a cargo.

Fredy Coello

Sub Gerente General

fcoello@colinanet.com

CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

3.1 Organización de la actividad

El profesional asignado al desarrollo del presente trabajo fue Javier Oswaldo Rojas Antón, quien llevó la distribución y organización de las actividades, tomando en cuenta experiencia previa, por ejemplo:

- Proyecto: Servicio de interconexión con los órganos desconcentrados
Entidad: Instituto Geologico, Minero Y Metalurgico (INGEMMET)

Descripción: Se realizó las factibilidades técnicas y diseño de los tramos para el tendido de la fibra óptica para un servicio de interconexión de 10 oficinas a nivel nacional con la sede central, validación de las características del servicio y Términos de Referencia para la selección del equipamiento, tales como los router para el servicio de interconexión de sedes y herramienta de monitoreo, por un periodo de 24 meses.

- Proyecto: Servicio de internet para 24 meses
Entidad: Hospital Nacional Víctor Larco Herrera

Descripción: Se realizó las factibilidades técnicas y diseño de los tramos para el tendido de la fibra óptica para un servicio activo-pasivo de internet dedicado, validación de las características del servicio y TDR para la selección del equipamiento, tales como los router para el servicio de internet, equipo Next Generation Firewall para el servicio de seguridad perimetral gestionada y Acces point para el servicio de Wifi gestionado, por un periodo de tiempo de 24 meses.

- Contratación servicio de internet dedicado para la unidad territorial amazonas: Oficinas Chachapoyas, Imacita y Nieva Item III
Entidad: Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma

Descripción: Se realizó el estudio de factibilidad para brindar el servicio satelital en la oficina Imacita, validación de las características del servicio y TDR para la selección del equipamiento, tales como los router para el servicio de internet, BUC , LNB y Modem, por un periodo de tiempo de 24 meses.

El trabajo consta de 3 etapas Revisión sistemática de la literatura, Evaluación de la información obtenida y propuesta de diseño, las cuales se explican a continuación y con mayor profundidad en el numeral 3.1

Revisión sistemática de la literatura

Se busca información sobre el desarrollo de redes FTTH en la región o en su defecto proyectos de distinto alcance técnico o económico que permitan desarrollar una red FTTH en la zona. Asimismo, se extrae información referente a la zona como la cantidad de habitantes, tomas aéreas o satelitales de la zona que proporcionen información para la evaluación técnica y económica.

Evaluación de la información obtenida

La información obtenida anteriormente se evalúa en base a la topología propuesta para la red FTTH.

Propuesta de diseño

Se realizan las evaluaciones técnicas y económicas que demanda el proyecto.

Asimismo, el proyecto estuvo supervisado por el Subgerente Comercial Fredy Eugenio Coello Huamani.

3.2 Finalidad y objetivos de la Actividad

3.2.1 Finalidad

Diseñar una red de fibra óptica FTTH para mejorar la calidad del acceso a internet en el centro poblado Tomaque distrito de Bagua carretera Bagua Copallin región Amazonas.

3.2.2 Objetivos

- Diseñar una red FTTH para mejorar la calidad del acceso a las estrategias de educación a distancia en condiciones normales o de emergencia como “Aprendo en casa” en el marco de la pandemia de enfermedad por coronavirus.
- Diseñar una red FFTH para reducir la brecha digital en el centro poblado Tomaque distrito de Bagua carretera Bagua Copallin.
- Determinar la viabilidad de la red FFTH en el centro poblado Tomaque región Amazonas mediante el presupuesto óptico.

3.3 Problemática

3.3.1 Problema General

¿Es posible diseñar una red de fibra óptica FTTH para mejorar la calidad del acceso a internet en el centro poblado Tomaque distrito de Bagua carretera Bagua Copallin región Amazonas?

3.3.2 Problemas Específicos

- ¿Es posible diseñar una red FTTH para mejorar la calidad del acceso a las estrategias de educación a distancia en condiciones normales o de emergencia como “Aprendo en casa” en el marco de la pandemia de enfermedad por coronavirus?
- ¿Cómo diseñar una red FFTH para reducir la brecha digital en el centro poblado Tomaque distrito de Bagua carretera Bagua Copallin?
- ¿Cómo el presupuesto óptico determina la viabilidad de la red FFTH en el centro poblado Tomaque región Amazonas?

3.3.3 Justificación e importancia de la investigación

Justificación por conveniencia

La infraestructura de la red FTTH en la zona del Centro Poblado Tomaque permite brindar el acceso a internet en una zona rural, la cual no cuenta con una infraestructura adecuada a las necesidades actuales. Los desafíos tecnológicos y geográficos son abordados con el uso de la fibra óptica.

Justificación social

La infraestructura que permita el acceso eficiente al internet no es inclusiva, como se halló en la encuesta realizada por el MINEDU en julio del 2020, un total de 4.7% de los alumnos de escuelas públicas del Perú no han accedido a las estrategias del servicio multicanal de educación a distancia “Aprendo en casa”. El 58.5% justificó su uso al no tener acceso a TV, radio, ni internet o mala señal, convirtiéndolo en el principal motivo de no acceder a la educación pública en medio de una pandemia (MINEDU, 2020).

El presente proyecto tiene como fin presentar una manera de solucionar este problema y los que plantean la inclusión digital en zonas rurales de la selva. Debiendo precisarse que en la literatura revisada no se ha encontrado proyectos orientados a dichas zonas.

Justificación práctica

EL acceso a internet no solo brinda la posibilidad de conectar a las personas, incluirlas dentro de la agenda digital del gobierno, uso de servicios digitales como banca o salud y la educación remota o híbrida.

Alva Cullash & Casto Salsavilca (2015) en la tesis “Influencia del internet en el rendimiento escolar (calificación cuantitativa) de los estudiantes de 6° grado de educación primaria (turno mañana) de la I.E. N°3057, El Progreso - Carabayllo.”

Luego de haber realizado el proceso de investigación sobre la influencia del uso de internet en el rendimiento académico (Calificación Cuantitativa) de los alumnos del sexto grado de primaria (turno mañana) de la I.E. N° 3057 "El Progreso" - Carabayllo, podemos concluir con lo siguiente:

Existe relación entre el uso de Internet y el Rendimiento Escolar (Calificación Cuantitativa) de los alumnos de 6to grado (Turno Mañana) de la I.E No 3057 El Progreso – Carabayllo. (Alva et al, 2015)

Justificación teórica

El planteamiento realizado en la red de fibra óptica FTTH en el Centro Poblado Tomaque, es escalable, es decir se puede utilizar a ciudades mas densas o grandes que demanden mayor proyección de red por la cantidad de usuarios.

Justificación económica

Cabe, mencionarse que, el acceso a la banda ancha impacta en el desarrollo económico nacional y por ende en zonas como las de interés de este estudio (Katz, 2012)

El acceso a internet contribuye con el 3.4% producto interno bruto (PBI) en países como Estados Unidos, Reino Unido, Canadá y España. (McKinsey Global Instituted, 2011), teniendo como efecto positivo de la conexión a internet, el desarrollo económico del país, que se refleja en la mejora de los servicios públicos como la educación o la salud.

Justificación técnica

El diseño de una red FTTH bajo el estándar GPON permite proveer servicios como internet, IPTV y VOIP y permitirá su inclusión digital. Esto debido al uso de la fibra óptica, medio que no solo permite navegar a mayores velocidades, sino también con mayor estabilidad por su inmunidad a interferencias electromagnética, larga duración y escalabilidad tecnológica.

Justificación metodológica

Este estudio está basado en experiencia personal profesional y recoge gran parte de las guías parciales que se han empleado en los procesos para diseños similares.

3.4 Metodología

Se tiene una metodología basada en tres puntos: Revisión sistemática de la literatura, evaluación de la información obtenida y propuesta de diseño. Ver Figura 1.1

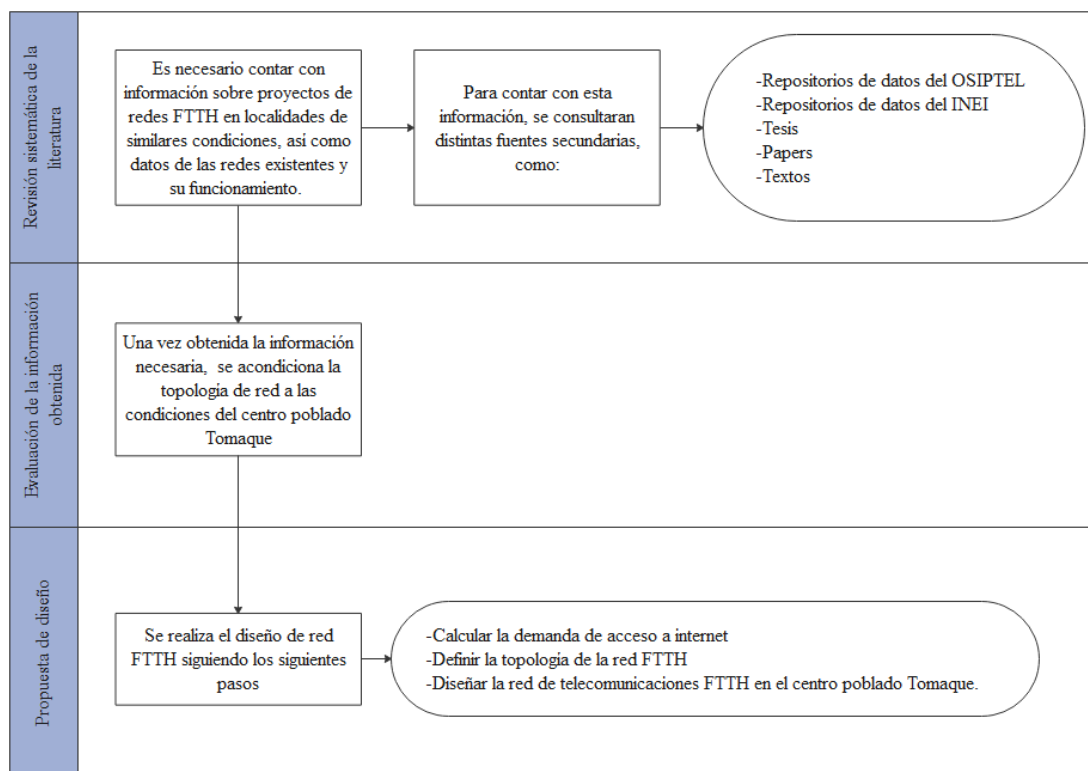


Figura 1. Metodología

Fuente: Elaboración propia

➤ **Revisión sistemática de la literatura**

Es necesario contar con información sobre proyectos de redes FTTH en localidades de similares condiciones, así como datos de las redes existentes y su funcionamiento. Para contar con esta información se consultarán distintas fuentes secundarias como:

- Repositorios de datos del OSIPTEL y del INEI, tesis, papers y textos

➤ **Evaluación de la información obtenida**

Una vez obtenida la información necesaria, se adecúa la topología de red a las condiciones del centro poblado Tomaque

➤ **Propuesta de diseño**

El diseño de la red consta de los siguientes pasos, que se explican en detalle en el Capítulo IV

- Cálculo la demanda de acceso a internet
- Definición de la topología de la red FTTH
- Diseño de la red de telecomunicaciones FTTH en el centro poblado Tomaque.

3.4.1 Bases teóricas

Las redes FTTH comenzaron a desplegarse aproximadamente hace 10 años en países como Estados Unidos, Japón o Corea del Sur, este último fue el primer país en penetración del ancho de banda con 58% en el 2011 (Telecompaper, 2012).

Por las ventajas de las redes pasivas frente al ADSL, la reducción de CAPEX y OPEX en su implementación a través de los años o el retorno de inversión traducido en ahorro para los gobiernos, la masificación de las redes FTTH buscan poder reducir cada vez más la brecha digital de los seres humanos.

Los avances de esta la tecnología han facilitado el despliegue de redes ópticas a lo largo del Perú, con mayor énfasis en la capital por la cantidad de habitantes y por ende mayor demanda. Sin embargo, la región Amazonas no es ajena a proyectos referentes al despliegue de redes ópticas, así con estudios de inversión del 2015, la empresa Gilat Networks Perú SAC suscribió, en el 2018, los contratos de financiamientos para el proyecto "Instalación de Banda Ancha para la Conectividad Integral y Desarrollo Social de la Región Amazonas", referidos a redes de transporte y acceso a la región.

El proyecto estaba previsto culminar en el 2020 y ha sido pospuesto para finales del 2021 junto con los proyectos regionales de Cusco, Lima, Puno, Moquegua, Tarma, Junín, Ica, Pasco, Huánuco, La Libertad, Arequipa, San Martín y Áncash, los cuales entraron en un paquete de proyectos para impulsar la reactivación económica del país. Sin embargo, los proyectos regionales de Piura, Cajamarca y Tumbes

se encuentran paralizados, debido a que las propuestas están en etapa de reformulación por la resolución de los contratos ante el incumplimiento de obligaciones por parte de los adjudicatarios, retrasando más la conectividad en estas zonas del país. (Larocca, 2020)

Las redes de distribución de alimentación y transporte proyectadas por el estado a través de un plan mayor como la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, que consiste en el diseño, despliegue y operación de una red de más de 13 mil kilómetros, conecta Lima con 22 capitales de región y 180 capitales de provincia, con un monto de inversión estimada de US\$ 323 millones, incluido IGV. (PROINVERSION, 2013)

A continuación, se describen los antecedentes nacionales e internacionales relacionados a las redes FTTH

➤ **Antecedentes nacionales**

- Portocarrero Elías (2016) en su tesis “Diseño de una red de transporte de fibra óptica y de acceso inalámbrico para mejorar el acceso a los servicios de telecomunicaciones y lograr la conectividad integral de la provincia de Bagua” diseña una red de transporte por fibra óptica utilizando los nodos de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, que interconecta el nodo de Agregación de Bagua con los nodos de distribución considerados dentro del área de influencia del proyecto en la Provincia de Bagua, mediante un estudio demográfico, análisis económico de las poblaciones beneficiadas y ubicación de la RDNFO diseña una la red de transporte óptico y selecciona los equipos que garanticen satisfacer la demanda estimada.
- Arias de la Cruz (2015) en su tesis "Diseño de una red FTTH utilizando el estándar GPON en el distrito de Magdalena del Mar" plantea una red que sea capaz de brindar velocidades de 19 Mbps y

31 Mbps en carga y descarga. La cual abarata los costos del servicio Triple Play, a un precio de 300 soles el cual viene siendo ofertado con las mismas velocidades de carga y descarga en Lima Metropolitana.

- Ramirez Zapata (2019) en su tesis “Diseño de una red de FTTH para el acceso de banda ancha en el condominio Galilea – Castilla, utilizando tecnología GPON” plantea cubrir una demanda del 80% de abonados potenciales, mejorando la calidad para los servicios de voz, datos y video, siendo su trabajo un referente de redes FTTH realizado en Piura. Asimismo, plantea la ubicación de los equipos de agregación, distribuidores de fibra óptica, ubicación de los splitter, así como la red de distribución, acometida y el enlace entre el site de Bitel y el nodo FTTH.

➤ **Antecedentes internacionales**

- Selmanovic & Skaljo (2010) en su investigación “GPON in telecommunication network” señalan que a pesar de ser una tecnología nueva para la época, no sería justo encasillar a GPON como una tecnología exclusiva para servicios Triple Play, ya que su desempeño técnico la sitúan por encima de otras tecnologías como la HFC, su versatilidad le permiten acoplarse redes existentes lo cual facilita la migración y posterior integración a una mayor red, situando a GPON como una tecnología capaz de seguir desarrollándose en el futuro.
- El impacto de las redes FTTH en zonas rurales ha sido poco profundizado, salvo estudios socioeconómicos como el caso de Suecia presentado por Charlie Davis, en el que describe
 - La reducción significativa del costo en las telecomunicaciones
 - La mejora de los servicios educativos
 - La mejora del sistema de salud
 - La mejora de los servicios de salud y reducción de costos
 - El impacto positivo en los negocios o empresas locales.

Sin embargo, muchos de los efectos socioeconómicos no se muestran a corto plazo y, por lo tanto, es difícil documentar si FTTH está apoyando realmente el desarrollo de las zonas rurales y en qué medida. (Charlie Davis, 2009)

- La repercusión económica del acceso a banda ancha es tratada por Raúl Katz en su ponencia Banda Ancha, Digitalización y Desarrollo, en el cual indica que un aumento del 10% en la penetración de banda ancha podría contribuir en 0.16 puntos al crecimiento del PBI en América Latina, asimismo indica que la digitalización consta de cuatro estadios de desarrollo: limitado, emergente, transicional y avanzado, ubicando a Perú en el segundo estadio en el 2010, siendo la brecha de demanda de banda ancha el principal impedimento que enfrenta América Latina para aumentar la tasa de digitalización, citando a Perú con una brecha de oferta y demanda del 41% y 36% respectivamente al 2012 lo cual impide el avance de la digitalización, el cual mediante diez puntos de su índice implica un incremento de 0.59% en la tasa del crecimiento del PBI y una disminución del 0.85% en la tasa de desempleo.

3.4.2 Marco conceptual

3.4.2.1 Redes Pasivas Ópticas

Una red óptica pasiva o Passive Optical Network (PON) es una tecnología de telecomunicaciones que utiliza la fibra óptica como medio de transmisión para brindar acceso a la red de banda ancha a abonados, dejando de lado los equipos activos o que requieren alimentación. su implementación se da principalmente por splitters o divisores ópticos, los cuales dividen la señal óptica.

a) Arquitectura

En un extremo de la red, ubicado en las centrales de los proveedores de servicios están los “terminales de línea óptica” u “optical line terminal” (OLT), responsables de la emisión del pulso luminoso, mientras que en el otro extremo del abonado se encuentra el terminal

de red óptica u optical network terminal (ONT) y como elemento central se tiene el splitter responsable de la división óptica

La comunicación entre ambos extremos ocurre en dos sentidos:

Canal descendente o downstream

Cuando la comunicación se realiza desde la OLT hacia la ONT, la red PON es una red punto-multipunto. Donde la OLT envía los paquetes de información a través del splitter, quien se encarga de repartirlos a todas las ONT disponibles, donde se filtran los paquetes y se les envía los contenidos exclusivos de cada abonado. Este envío de información se logra mediante la multiplexación en el tiempo o Time Division Multiplexing (TDM), que permite enviar la información en diferentes instantes de tiempo.

Canal ascendente o upstream

Cuando la comunicación se realiza de la ONT hacia la OLT, se trata de un canal ascendente. En la red PON se traduce a una comunicación punto a punto, por este motivo también es necesario el uso de la técnica de acceso múltiple por división de tiempo o Time Division Multiple Access (TDMA) para que cada ONT envíe la información en diferentes instantes de tiempo, toda esto controlado por la OLT.

b) Estándares

Reúnen las características para diferencias y definir la tecnología mediante la velocidad que se puede ofrecer en el stream ascendente y descendente.

Las asociaciones que regulan estos estándares, la ITU-T y la IEEE, han presentado los estándares basados en saltos de velocidad, de 1 Gbps a 10 Gbps en promedio por estándar. Estos estándares son aplicados manufactureras, con el fin de diferenciar los servicios y estos estén limitados por la tecnología usada.

Se ahondará en el detalle de los estándares en el Anexo 01

3.4.2.2 Acceso De Banda Ancha Sobre Fibra Óptica FTTX

Fibra a cualquier lugar o Fiber to the Anywhere (FTTx) es el término que se utiliza hacia las redes que reemplazan el uso del cobre por conexiones de fibra óptica, tanto en las cabeceras como en la última milla. Este tipo de redes están basados en las redes PON, con lo cual su arquitectura se basa principalmente en equipos pasivos. La letra x denota las múltiples variaciones que puede tener a partir de donde sea el destino, como se presenta en la Figura 2

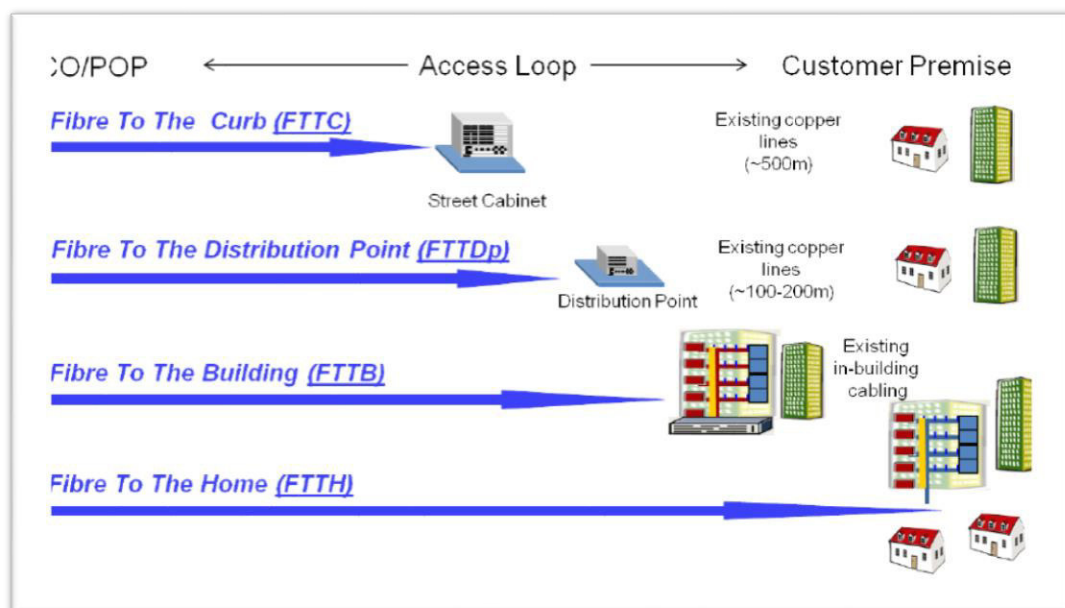


Figura 2. Acceso de banda ancha sobre fibra óptica FTTX

Fuente: "FTTH Handbook" (D&O COMMITTEE of FTTH, 2018)

Ejemplos:

- FTTH: Fibra hasta la casa o Fiber to the Home
- FTTO: Fibra hasta la oficina o Fiber to the Office
- FTTB: Fibra hasta el edificio o Fiber to the Building
- FTTP: Fibra hasta al local o Fiber to the Premises
- FTTN: Fibra hasta el nodo o Fiber to the Node
- FTTC: Fibra hasta el gabinete o Fiber to the Cabinet
- FTTA: Fibra hasta la antena o Fiber to the Antenna

3.4.2.3 Topología

Existen tres tipos de topologías para las redes PON, dependiendo de la ubicación del splitter principal: centralizada, convergencia local y distribuida.

a. Centralizada

El splitter se ubica en la central, con lo cual el crecimiento de los componentes es escalonado y se puede dedicar una fibra para cada abonado en la central, permitiendo la administración independiente de cada servicio como la ampliación del ancho de banda. Sin embargo, la centralización de la gestión involucra grandes inversiones en hardware, originando una inversión inicial alta. Se presenta un esquema de la topología centralizada en la Figura 3,

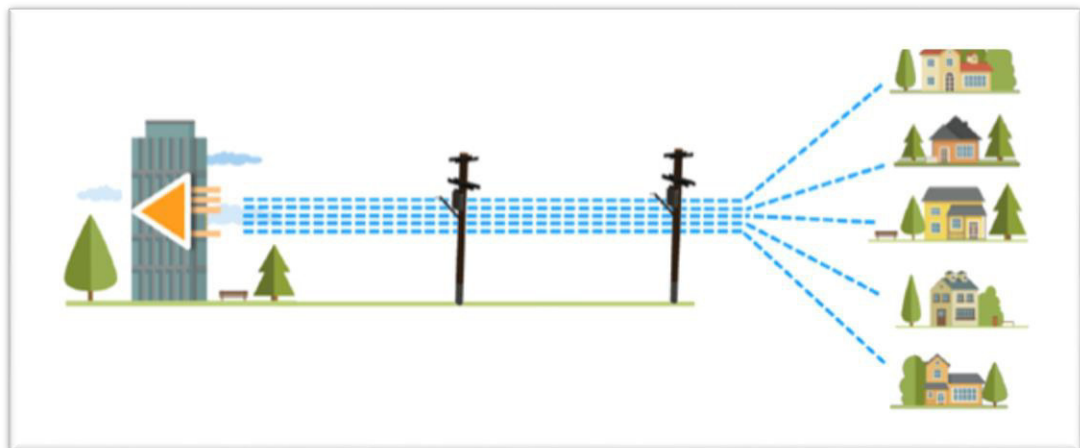


Figura 3. Topología centralizada

Fuente: “Topología y Proyecto FTTx” (Furukawa,2020)

b. Convergencia Local

El splitter se ubica entre la central y los abonados, lo que optimiza la red óptica entre la central y el punto de convergencia o “splitteo” por la

utilización de menos fibras ópticas. No obstante, la manipulación para una ampliación, activación o remoción de un abonado resulta más compleja y limitada por la capacidad del splitter, sin mencionar la gran cantidad de fibras ópticas que se requieren en la red de distribución entre el splitter y el abonado restando flexibilidad a la red. Se presenta un esquema de la topología de convergencia local en la Figura 4.

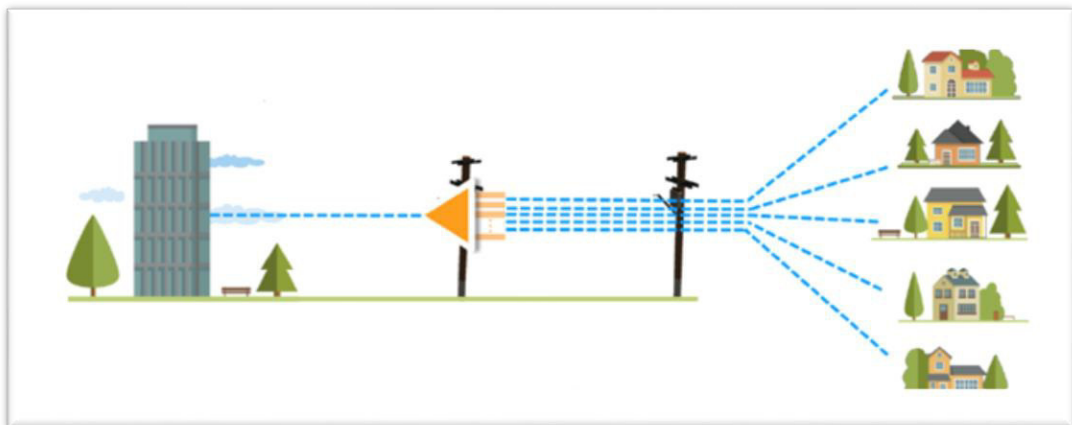


Figura 4. Topología Convergencia Local

Fuente: “Topología y Proyecto FTTx” (Furukawa,2020)

c. Distribuida

Se tiene varios niveles de splitteo o división, por ello se cuenta con múltiple splitters. Presenta un menor costo de implementación al tratarse de una red mínima y optimizada, lo que genera rigidez al sistema por tener un planeamiento o diseño más riguroso. Sin embargo, la gestión de fallos se dificulta al contar con más niveles en la distribución. Se presenta un esquema de la topología distribuida en la Figura 5.

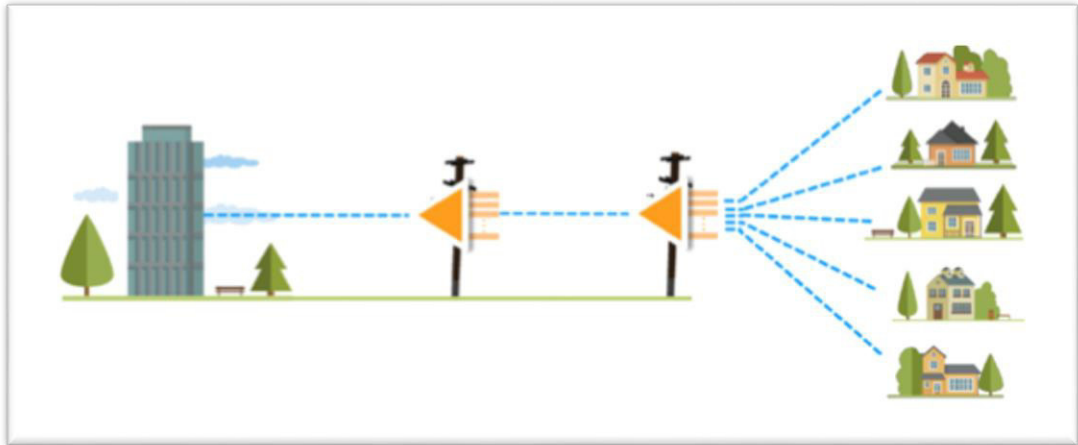


Figura 5. Topología Distribuida

Fuente: “Topología y Proyecto FTTx” (Furukawa,2020)

3.4.2.4 Componentes

a. Central de equipos

Donde se encuentran los equipos de cabecera como las OLT y se realiza la gestión de las redes a nivel lógico y de servicios

b. Red de distribución

Abarca los componentes e infraestructura utilizado entre la conexión de la OLT y el splitter, como los postes, ductería, cable de fibra óptica, mufas.

c. Red de acceso

Abarca los componentes e infraestructura utilizada para la conexión del splitter y el predio del abonado, como los postes, ductería, cable de fibra óptica, mufas, cajas nap.

d. Red de terminación

Abarca los componentes e infraestructura utilizada para la conexión dentro del predio del abonado con los equipos a ser habilitados con internet, ya sea mediante el router por conexiones directas o wifi.

El diseño de una red FTTH GPON es totalmente escalable a diferencia de otros diseños basado en medios de transmisión como el inalámbrico y cobre, cuyas limitaciones se ven reflejadas en el ancho de banda y distancias de cobertura respectivamente; esta arquitectura está preparada para soportar un crecimiento de hasta 800 clientes aproximadamente de donde cada módulo de arquitectura B+ alcanza a cubrir 20km con alrededor de 128 abonados.

Este tipo de red de fibra óptica es ideal para implementar sistemas de video vigilancia que debido a su gran ancho de banda tanto de subida y bajada.

Contar con esta arquitectura de red hace que se reduzcan los gastos de mantenimiento y operación debido a que no hace uso de equipamiento activo que necesita estar energizado constantemente; lo cual reduce significativamente los costos por suministro eléctrico, así como del personal que este constantemente monitoreando dicho equipamiento. (Castro Mandujano, 2019)

3.5 Procedimiento

3.5.1 *Dimensionamiento de la cantidad de abonados*

Como primer paso se debe tener en cuenta la cantidad población a cubrir, esto se elabora a partir de las imágenes satelitales brindadas por Google Earth para la zona de interés, como en la Figura 6. Se divide el centro poblado en tres zonas: Zona centro, Zona noroeste y Zona sureste, de donde se extraerán la cantidad de abonados porcentuales a los cuales se podrá atender con la red FTTH



Figura 6. Vista área del centro poblado Tomaque

Fuente: Elaboración propia en Google Earth

3.5.1.1 Zona Centro

La zona centro urbana del centro poblado Tomaque, concentrara la mayor cantidad de abonados de la red FTTH.

Mediante la captura de imagen obtenida de Google Earth, como en la Figura 7, se cuentan los abonados potenciales, delimitados por parcelas pequeñas, de donde se contabilizará la cantidad de casas o abonados para posteriormente poder ubicar los splitters primarios 2x4.



Figura 7. Vista área del centro poblado Tomaque Zona Centro
Fuente: Elaboración propia en Google Earth

Luego se toman en cuenta las calles del distrito para delimitar las primeras parcelas, tal como se muestra en la Figura 8

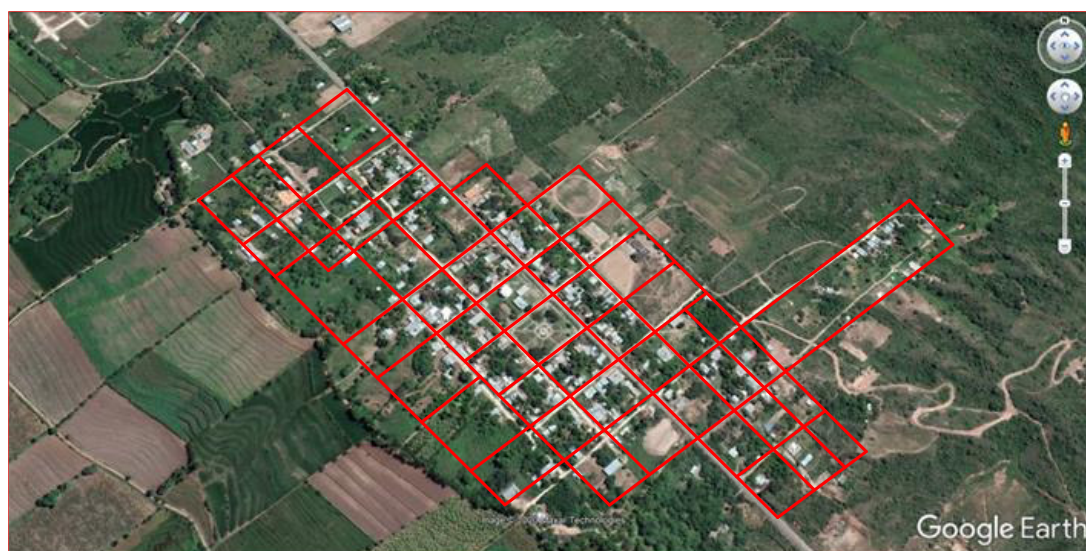


Figura 8. Ubicación de parcelas del centro poblado Tomaque Zona Centro
Fuente: Elaboración propia en Google Earth

Para un mejor control y diseño, se asigna un número a cada parcela, como se presenta en la Figura 9

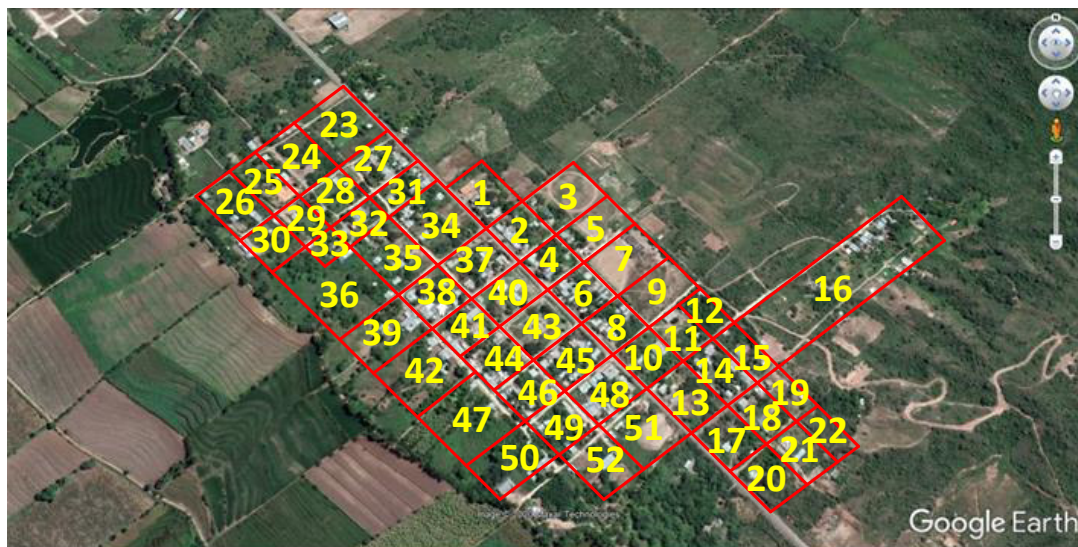


Figura 9. Numeración de parcelas del centro poblado Tomaque Zona Centro
Fuente: Elaboración propia en Google Earth

Una vez obtenido la cantidad de abonados de la Zona Centro se procede a registrar los datos obtenidos en una tabla, para lo cual se asigna una nomenclatura a cada parcela de modo que se relaciona con la cantidad de abonados que cuenta, la nomenclatura consta de la siguiente estructura:

PP N° XX

Donde:

- PP: Parcela Pequeña
- N° XX: Numero de parcela

La tabla que relaciona al número de parcela con la cantidad de abonados es presentada en el Anexo N° 02.

Las parcelas pequeñas se consolidan en parcelas medianas de modo que la cantidad de abonado que estas abarquen faciliten la ubicación de los splitters primarios y secundarios, la nomenclatura consta de la siguiente estructura:

PM N° XX

Donde:

- PM: Parcela Pequeña
- N° XX: Numero de parcela

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 1 a continuación

Tabla 1. Cantidad de abonados en el centro poblado Tomaque Zona Centro

Fuente: Elaboración propia

PARCELA	NUMERO DE ABONADOS
PM N° 01	3
PM N° 02	10
PM N° 03	8
PM N° 04	17
PM N° 05	0
PM N° 06	5
PM N° 07	18
PM N° 08	12
PM N° 09	8
PM N° 10	5
PM N° 11	14
PM N° 12	21
PM N° 13	8
PM N° 14	6
PM N° 15	13
PM N° 16	11
PM N° 17	20
PM N° 18	5
PM N° 19	7
PM N° 20	5
PM N° 21	8
PM N° 22	4
PM N° 23	3
PM N° 24	3
Total general	214

En el anexo N° 03 se detalla las parcelas pequeñas perteneciente a las parcelas medianas, en la Figura 10 se presentan la nueva división por parcelas medianas

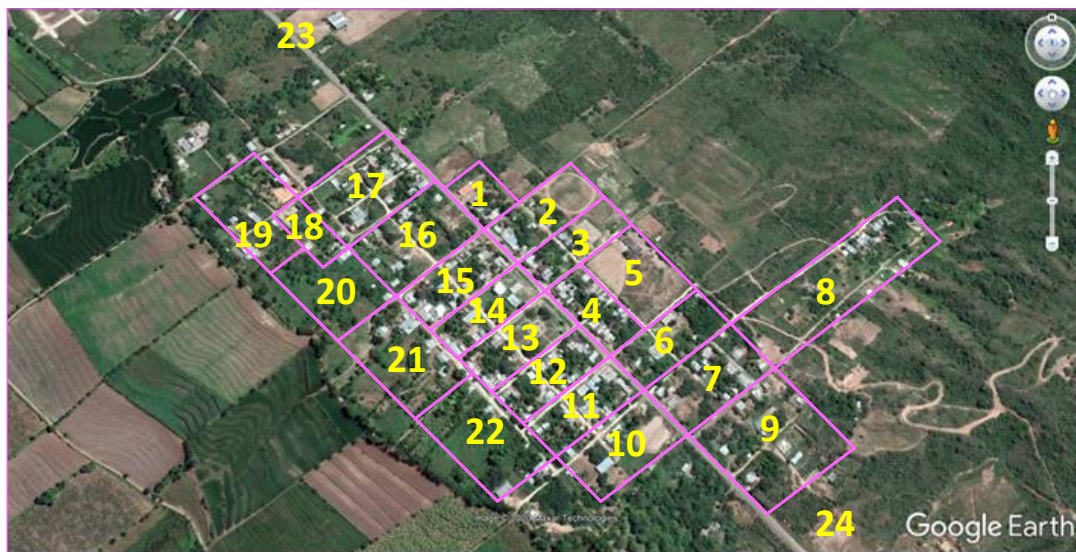


Figura10. Numeración de parcelas medianas del centro poblado Tomaque
Zona Centro

Fuente: Elaboración propia en Google Earth

En el Anexo N° 03 se detalla las parcelas pequeñas perteneciente a las parcelas medianas

3.5.1.2 Zona Noreste

Los abonados de la zona noroeste abarcan la Escuela Superior de Formación Artística Publica - Bagua, el Instituto de Educación Superior Tecnológico Publico Bagua y el Instituto De Educación Superior Pedagógico Publico César Abraham Vallejo Mendoza. Se presenta la imagen satelital de la zona noreste en la Figura 11.



Figura 11. Vista área del centro poblado Tomaque Zona noreste

Fuente: Elaboración propia, tomado de Google Earth en octubre del 2020

Estos abonados serán contabilizados como una sola parcela mediana que tendrá el nombre de PM N° 23 e incluirán los 3 abonados anteriormente descrito.

3.5.1.3 Zona Sureste

Los abonados de la zona noroeste estarán abarcan la Institución Publica Militar Héroes del Cénepa, Asociación de Productores Cacaoteros y Cafetaleros del Amazonas y la Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía De Bagua. Se presenta la imagen satelital de la zona noreste en la Figura 12



Figura 12. Vista área del centro poblado Tomaque Zona sureste

Fuente: Elaboración propia, tomado de Google Earth en octubre del 2020

Estos abonados serán contabilizados como una sola parcela mediana que tendrá el nombre de PM N° 24 e incluirán los 3 abonados anteriormente descrito.

3.5.2 Topología

Se utilizará una topología distribuida con redundancia en anillo, de manera que la red FTTH cuenta con respaldo ante alguna incidencia. De la OLT, ubicada en el nodo, saldrán saldrán 22 hilos de fibra óptica, de los cuales 11 corresponden a la red de alimentación primaria y los 11 restantes a la red de alimentación backup.

Las tramas recorren los 11 splitter primarios, empezando desde el nodo, la red de alimentación primaria en sentido horario y la red de backup en sentido anti horario. Los 11 hilos a utilizar para cada alimentación corresponden a un cable de fibra óptica ADSS de 48 hilos, dejando 37 hilos por cable para reserva

en caso de futuras expansiones o reemplazo ante incidencias. En la Figura 13 se presenta un gráfico referente a la topología usada para la red FTTH.

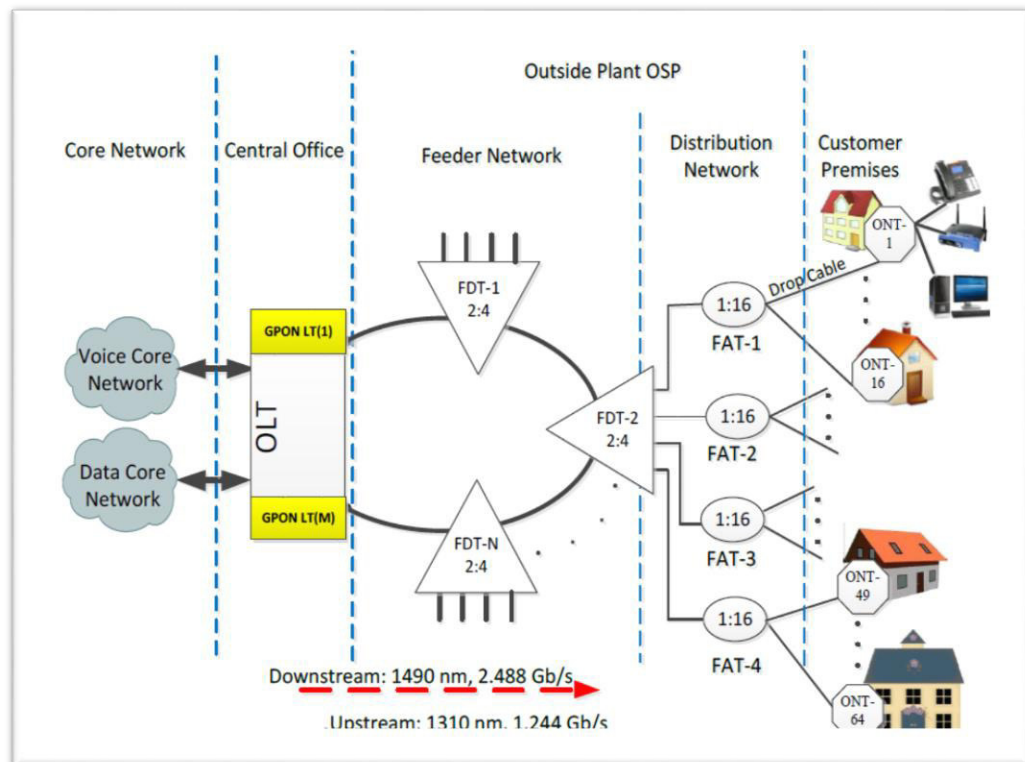


Figura 13. Topología de la red FTTH a diseñar

Fuente: (M.Al-Quzwini, 2014)

3.5.2.1 Ubicación Del Nodo

El nodo será ubicado estratégicamente en las coordenadas 15°38'48.49"S y 78°30'26.32"O, las cuales representan latitud y longitud respectivamente, de manera sea el origen del anillo redundante, como se muestra en la Figura 14.

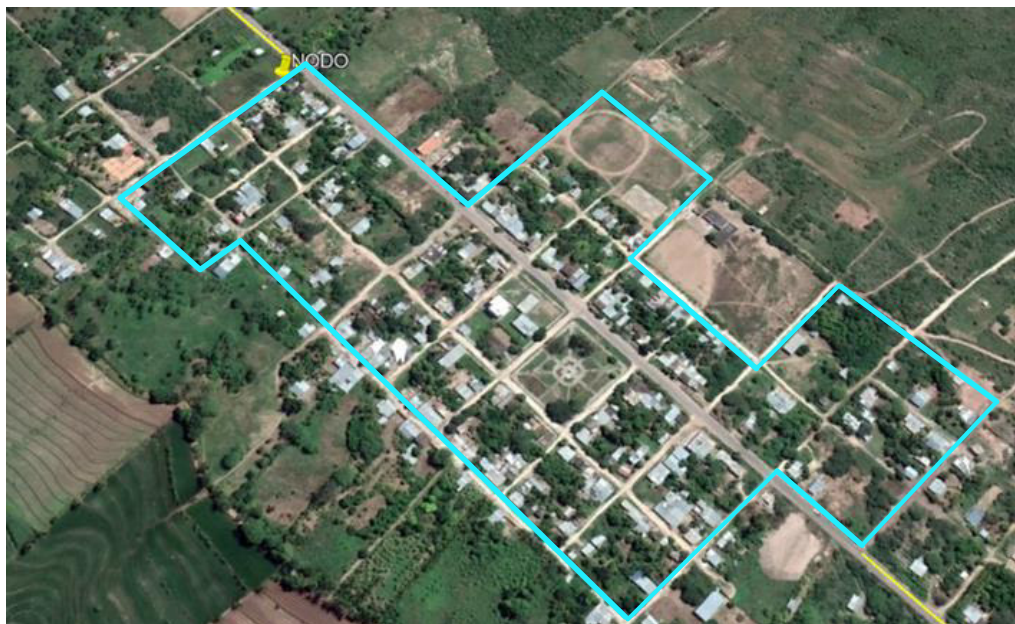


Figura 14. Ubicación del Nodo

Fuente: Elaboración propia, tomado de Google Earth en octubre del 2020

3.5.2.2 Ubicación De Los Splitters Primarios

Una vez identificada la cantidad de abonados de la zona se procede con la ubicación de los splitters de la red de alimentación los cuales se muestran en la Figura 15

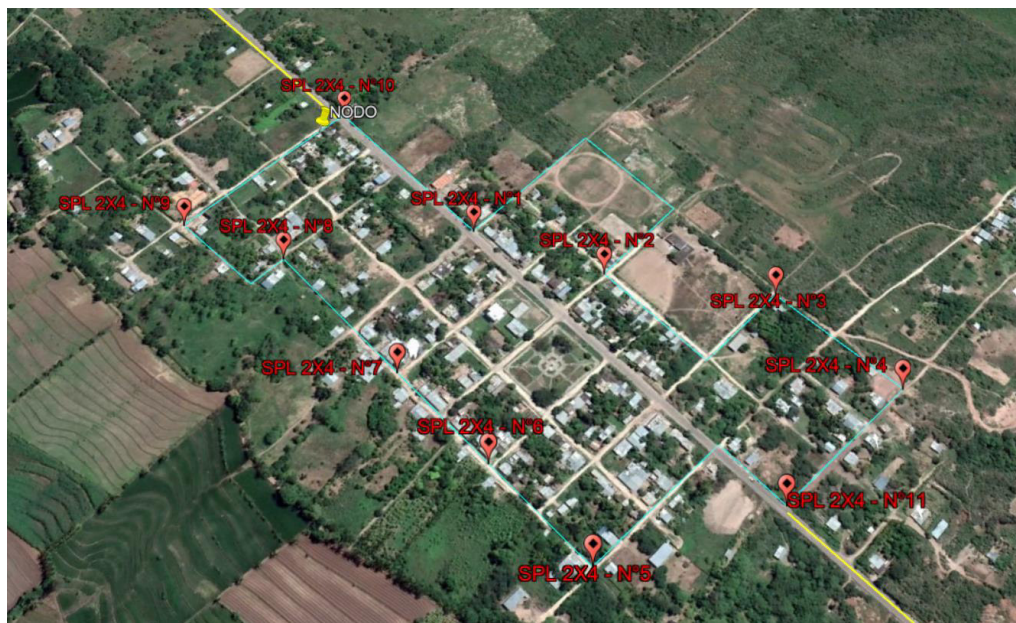


Figura 15. Ubicación de los splitters de la red de alimentación

Fuente: Elaboración propia, tomado de Google Earth en octubre del 2020

Se toma en consideración para cada splitter primario, la capacidad de poder atender hasta 4 splitters secundarios, pero se trabajará con un máximo de 3 splitters secundarios a fin de dejar la posibilidad de futuras expansiones

La nomenclatura de los splitters primario consta de la siguiente estructura:

SPL 2X4 N° XX

Donde:

- SPL 2x4: Splitter Primario
- N° XX: Numero de parcela

En la siguiente tabla se tiene el recuento de la cantidad de abonados que cubre cada splitter, asimismo las parcelas que cubre

Tabla 2. Splitters de la red de alimentación

Fuente: Elaboración propia

PARCELA	SPLITTER 2X4	NUMERO DE ABONADOS
PM N° 01	SPL 2x4 N° 01	3
PM N° 02	SPL 2x4 N° 01	10
PM N° 03	SPL 2x4 N° 02	8
PM N° 04	SPL 2x4 N° 02	17
PM N° 05	SPL 2x4 N° 03	0
PM N° 06	SPL 2x4 N° 03	5
PM N° 07	SPL 2x4 N° 04	18
PM N° 08	SPL 2x4 N° 04	12
PM N° 09	SPL 2x4 N° 11	8
PM N° 10	SPL 2x4 N° 05	5
PM N° 11	SPL 2x4 N° 05	14
PM N° 12	SPL 2x4 N° 06	21
PM N° 13	SPL 2x4 N° 06	8
PM N° 14	SPL 2x4 N° 07	6
PM N° 15	SPL 2x4 N° 07	13
PM N° 16	SPL 2x4 N° 08	11
PM N° 17	SPL 2x4 N° 08	5
	SPL 2x4 N° 10	15
PM N° 18	SPL 2x4 N° 09	5
PM N° 19	SPL 2x4 N° 09	7
PM N° 20	SPL 2x4 N° 08	5
PM N° 21	SPL 2x4 N° 07	8
PM N° 22	SPL 2x4 N° 05	4
PM N° 23	SPL 2x4 N° 10	3
PM N° 24	SPL 2x4 N° 11	3
Total general		214

3.5.2.3 Ubicación De Los Splitters Secundarios

Considerando la cantidad de abonados cubiertos por los splitters de la red de alimentación, los splitters de la red de distribución buscan cubrir como máximo 16 abonados, delimitados a la cantidad de salidas que este equipo tiene.

En la Figura 16 se presenta la ubicación que tendrá cada splitter 1x16 de la red de distribución.

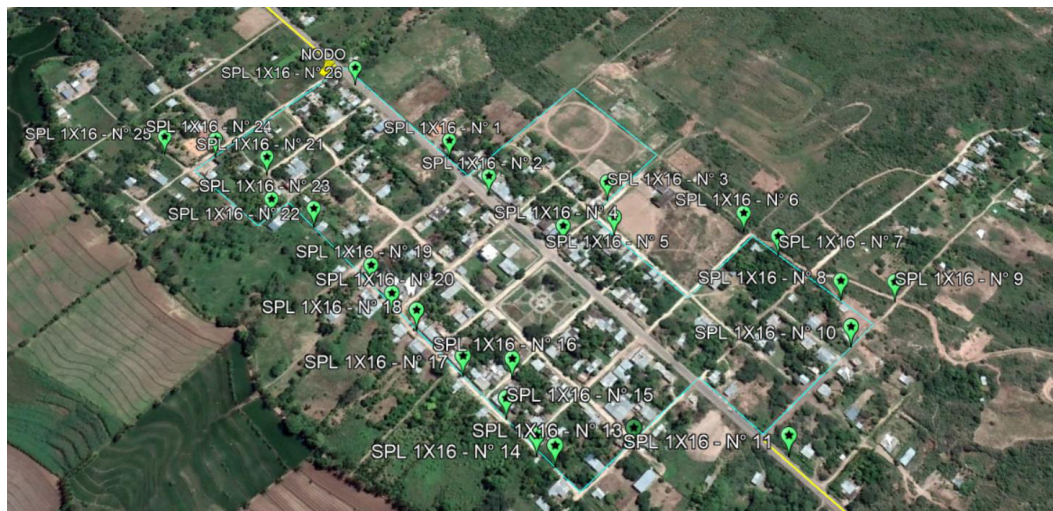


Figura 16 Ubicación de los splitters de la red de distribución

Fuente: Elaboración propia, tomado de Google Earth en octubre del 2020

La nomenclatura de los splitters primario consta de la siguiente estructura:

SPL 1x16 N° XX

Donde:

- SPL 1x16: Splitter Secundario
- N° XX: Numero de parcela

Los splitter SPL 1x16 N° 27 y SPL 1x16 N° 28 abarcaran los abonados de la zona noroeste y suroeste del centro poblado Tomaque

En la siguiente tabla se presenta los splitters y la cantidad de abonado que estos cubren, junto con el splitter de la red de alimentación correspondiente

Tabla 3. Splitters de la red de distribución

Fuente: Elaboración propia

PARCELA	SPLITER 1X16	NUMERO DE ABONADOS
PM N° 01	SPL 1x16 N° 01	3
PM N° 02	SPL 1x16 N° 02	10
PM N° 03	SPL 1x16 N° 03	8
PM N° 04	SPL 1x16 N° 04	9
	SPL 1x16 N° 05	8
PM N° 05	SPL 1x16 N° 06	0
PM N° 06	SPL 1x16 N° 07	5
PM N° 07	SPL 1x16 N° 08	9
	SPL 1x16 N° 10	9
PM N° 08	SPL 1x16 N° 09	12
PM N° 09	SPL 1x16 N° 11	8
PM N° 10	SPL 1x16 N° 12	5
PM N° 11	SPL 1x16 N° 13	14
PM N° 12	SPL 1x16 N° 15	10
	SPL 1x16 N° 16	11
PM N° 13	SPL 1x16 N° 17	8
PM N° 14	SPL 1x16 N° 18	6
PM N° 15	SPL 1x16 N° 19	13
PM N° 16	SPL 1x16 N° 22	11
PM N° 17	SPL 1x16 N° 21	5
	SPL 1x16 N° 26	15
PM N° 18	SPL 1x16 N° 24	5
PM N° 19	SPL 1x16 N° 25	7
PM N° 20	SPL 1x16 N° 23	5
PM N° 21	SPL 1x16 N° 20	8
PM N° 22	SPL 1x16 N° 14	4
PM N° 23	SPL 1x16 N° 27	3
PM N° 24	SPL 1x16 N° 28	3
Total general		214

Se indica en una sola tabla con mayor detalle los splitters, primarios y secundarios, y su alcance de abonados en el Anexo N° 04

Los splitters 2x4 y 1x16 se concatenan de acuerdo a la topología distribuida, los cables ópticos de la red de alimentación primaria y backup llegan a las entradas del splitter 2x4 quien a su vez puede alimentar hasta 4

splitters, para este caso en particular se han utilizado como máximo 3 salidas de los splitters 2x4 dejando una salida a modo de reserva para futuro crecimiento. Estas salidas alimentan a los splitters 1x16, el cual cuentan con una sola entrada, quien a su vez es capaz de atender hasta 16 abonados, la topología descrita se presenta en la Figura 17, en donde se toma como ejemplo el Splitter 2x4 N°02

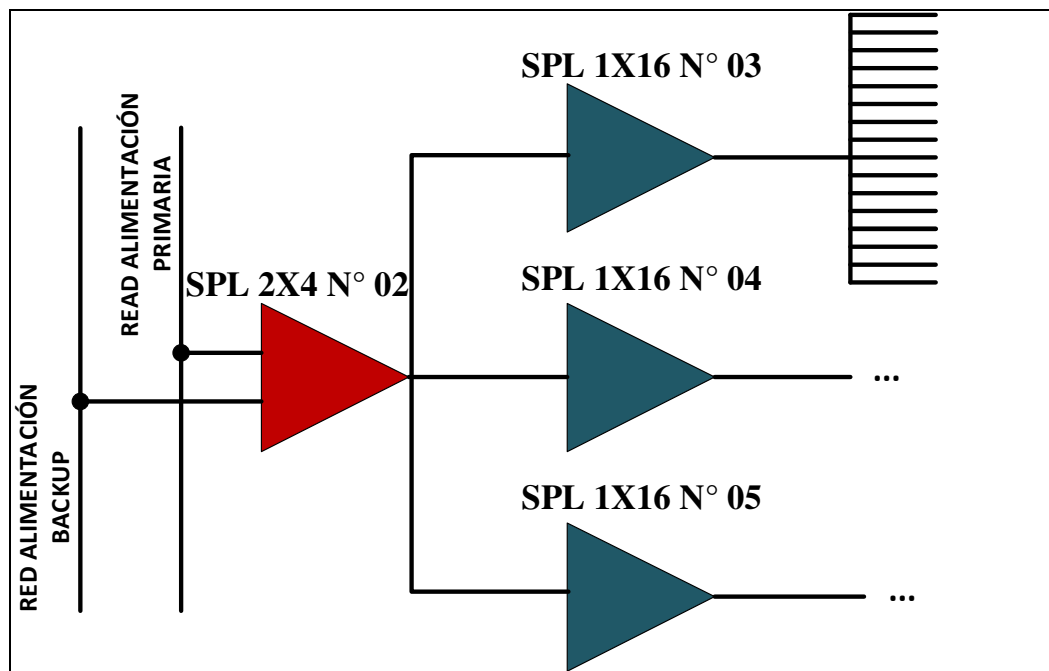


Figura 17 Distribución de los splitters 2x4 y 1x16

Fuente: Elaboración propia

3.5.3 Cálculo de las distancias

El alcance de las redes GPON es de 20 km desde la OLT hasta la ONT mientras el presupuesto óptico este dentro de los parámetros permitidos por las ONT, para el presente diseño se calcula la distancia desde la OLT hasta los splitters primarios y de los splitters primarios hacia los splitters secundarios, estas distancias servirán para determinar la pérdida de los enlaces respectivos. (D&O COMMITTEE of FTTH, 2018)

3.5.3.1 Distancia Entre La OLT Y Los Splitters De La Red De Alimentación

Se calcula la distancia entre la OLT y el splitter 2x4 de la red de alimentación utilizando la herramienta Google Earth.

Del nodo FTTH salen dos cables de fibra óptica los cuales recorren toda la red alimentando las entradas de los splitters de alimentación, para el caso de la entrada primaria del splitter se tomará en consideración el sentido horario, empezando en el nodo ftth y teniendo como primer punto el splitter de alimentación SPL 2x4 N° 10.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de las distancias de la OLT a cada splitter de la red de alimentación

Tabla 4. Distancia de la OLT a los splitters de la red de alimentación primaria

Fuente: Elaboración propia

PUNTO A	PUNTO B	DISTANCIA (km)
NODO	SPL 2x4 N° 10	0.0327
NODO	SPL 2x4 N° 01	0.2427
NODO	SPL 2x4 N° 02	0.6427
NODO	SPL 2x4 N° 03	0.8797
NODO	SPL 2x4 N° 04	1.0287
NODO	SPL 2x4 N° 11	1.1927
NODO	SPL 2x4 N° 05	1.4327
NODO	SPL 2x4 N° 06	1.5647
NODO	SPL 2x4 N° 07	1.6927
NODO	SPL 2x4 N° 08	1.8707
NODO	SPL 2x4 N° 09	2.0157

Para la red de alimentación se toma como primer punto el nodo ftth y como primer punto el splitter de alimentación SPL 2x4 N° 09 continuando en sentido anti horario, las distancias correspondientes se encuentran indicadas en la Tabla N°5

Tabla 5. Distancia de la OLT a los splitters de la red de alimentación backup

Fuente: Elaboración propia

PUNTO A	PUNTO B	DISTANCIA (km)
NODO	SPL 2x4 N° 10	2.0157
NODO	SPL 2x4 N° 01	1.8707
NODO	SPL 2x4 N° 02	1.6927
NODO	SPL 2x4 N° 03	1.5647
NODO	SPL 2x4 N° 04	1.4327
NODO	SPL 2x4 N° 11	1.1927
NODO	SPL 2x4 N° 05	1.0287
NODO	SPL 2x4 N° 06	0.8797
NODO	SPL 2x4 N° 07	0.6427
NODO	SPL 2x4 N° 08	0.2427
NODO	SPL 2x4 N° 09	0.0327

3.5.3.2 Distancia Entre La OLT Y Los Splitters De La Red De Distribución

Se calcula la distancia entre el nodo y los splitters primarios utilizando la herramienta Google Earth, como en la siguiente figura



Figura 18. Distancia de los splitters primarios hacia el nodo

Fuente: Elaboración propia, tomado de Google Earth en octubre del 2020

Se calcula la distancia entre los splitters de la red de alimentación y los splitters de la red de distribución utilizando la herramienta Google Earth, como en la siguiente figura

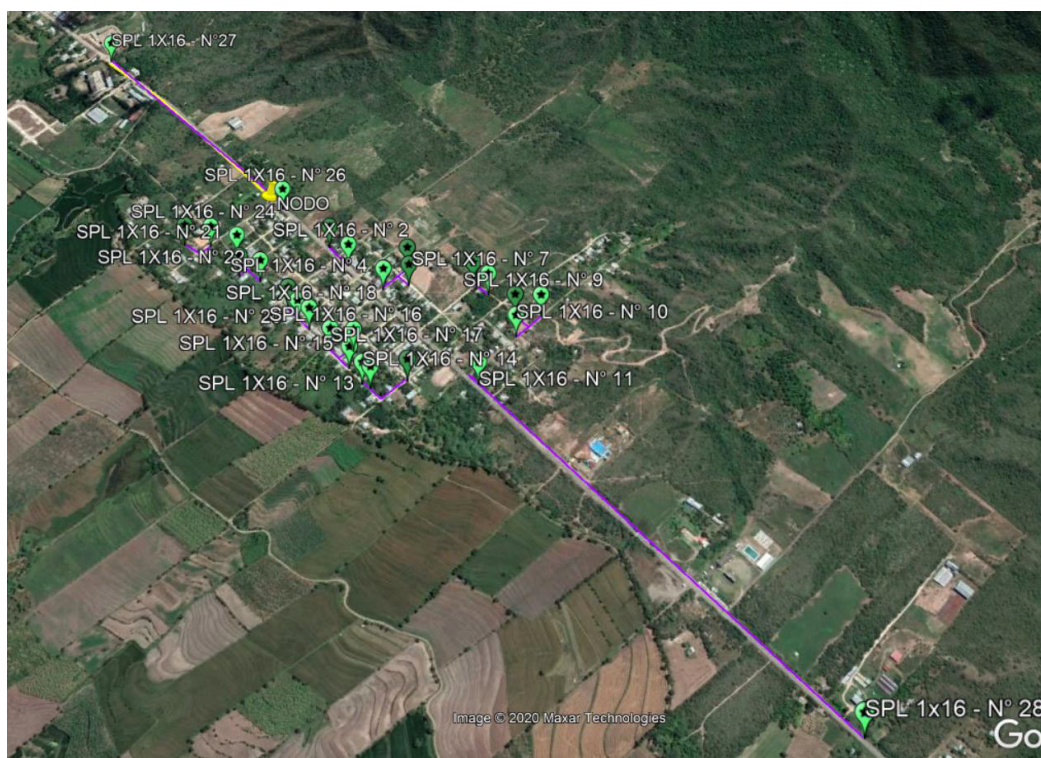


Figura 19. Distancia de los splitters secundarios a los splitters primarios
Fuente: Elaboración propia, tomado de Google Earth en octubre del 2020

En la siguiente tabla se presentan los resultados de las distancias de la OLT a cada splitter de la red de alimentación

Tabla 6. Distancia de la OLT a los splitters de la red de distribución

Fuente: Elaboración propia

SPLITTER 2X4	SPLITTER 1X16	DISTANCIA (km)
SPL 2x4 N° 01	SPL 1x16 N° 01	0.032
SPL 2x4 N° 01	SPL 1x16 N° 02	0.0321
SPL 2x4 N° 02	SPL 1x16 N° 03	0.0259
SPL 2x4 N° 02	SPL 1x16 N° 04	0.0497
SPL 2x4 N° 02	SPL 1x16 N° 05	0.0332
SPL 2x4 N° 03	SPL 1x16 N° 06	0.0113
SPL 2x4 N° 03	SPL 1x16 N° 07	0.0324
SPL 2x4 N° 04	SPL 1x16 N° 08	0.0393
SPL 2x4 N° 04	SPL 1x16 N° 09	0.0364
SPL 2x4 N° 04	SPL 1x16 N° 10	0.0343
SPL 2x4 N° 11	SPL 1x16 N° 11	0.0306
SPL 2x4 N° 05	SPL 1x16 N° 12	0.0689
SPL 2x4 N° 05	SPL 1x16 N° 13	0.0325
SPL 2x4 N° 05	SPL 1x16 N° 14	0.0575
SPL 2x4 N° 06	SPL 1x16 N° 15	0.0339
SPL 2x4 N° 06	SPL 1x16 N° 16	0.0395
SPL 2x4 N° 06	SPL 1x16 N° 17	0.0268
SPL 2x4 N° 07	SPL 1x16 N° 18	0.0315
SPL 2x4 N° 07	SPL 1x16 N° 19	0.0395
SPL 2x4 N° 07	SPL 1x16 N° 20	0.0053
SPL 2x4 N° 08	SPL 1x16 N° 21	0.05
SPL 2x4 N° 08	SPL 1x16 N° 22	0.042
SPL 2x4 N° 08	SPL 1x16 N° 23	0.0241
SPL 2x4 N° 09	SPL 1x16 N° 24	0.0262
SPL 2x4 N° 09	SPL 1x16 N° 25	0.0449
SPL 2x4 N° 10	SPL 1x16 N° 26	0.0359
SPL 2x4 N° 10	SPL 1x16 N° 27	0.617
SPL 2x4 N° 11	SPL 1x16 N° 28	0.99

3.6 Resultado de la actividad

Los resultados de la propuesta o trabajo realizado en el capítulo anterior, puede ser un producto, resultado de simulación, o estudios o análisis.

3.6.1 Presentación de Resultados

El número de abonados atendidos por la red FTTH es 214 casas que es el 90% de las viviendas, 237 según la encuesta del INEI en 2017 en el Centro Poblado Tomaque.

Con las distancias obtenidas se realiza el cálculo de las pérdidas de potencia, la cual viene dada por la formula dada por la ANSI/TIA-568

$$Aten_{LINK} = Aten_{CABLE} + Aten_{PAR DE CONECTOR} + Aten_{EMPALME} + Aten_{SPLITTER}$$

En donde

- $Aten_{LINK}$: Atenuación del enlace
- $Aten_{CABLE}$: Atenuación del cable.
- $Aten_{PAR DE CONECTOR}$: Atenuación de los conectores
- $Aten_{EMPALME}$: Atenuación de empalmes (cantidad de empalmes multiplicado por 0,3dB
- $Aten_{SPLITTER}$: Atenuación en splitter (cantidad de splitter por atenuación de cada uno)

Las atenuaciones de enlace deben de ser calculadas para las longitudes de onda e 1310nm y 1490nm, correspondiente a las longitudes de onda de downstream y upstream. Los valores de atenuación

- $Aten_{CABLE ALIMENTACION}$: 0.23 db/km
- $Aten_{CABLE DISTRIBUCION}$: 0.23 db/km
- $Aten_{CABLE ACCESO}$: 0.22 db/Km
- $Aten_{PAR DE CONECTOR}$: 0.30 db
- $Aten_{EMPALME}$: 0.05 db
- $Aten_{SPLITTER 2x4}$: 7.10 db
- $Aten_{SPLITTER 1x16}$: 13.7 db

Los valores de atenuación de los conectores y empalmes vienen definidos por la norma EIA/TIA 568, los cables de alimentación o cables ADSS definidos por el estándar ITU-G.652D, los cables de fibra óptica drop por el estándar ITU-G.657 y la pérdida de los splitters por el estándar IEC 61753-1, los cuales se encuentran enunciados en la hoja de especificaciones (datasheet) de cada

componente. En el Anexo N° 06 se presenta los datasheet de los componentes utilizados

En el Anexo N° 03 se presentan en detalle los resultados obtenidos que se han resumido en la Tabla N° 7 y Tabla N° 8

Canal Downstream (Longitud de onda 1490 nm), de la OLT hacia la ONT

Tabla 7. Resultados perdidos ópticas en el canal downstream

Fuente: Elaboración propia

SPLITTER	Atenuación enlace (db)
SPL 1x16 N° 01	23.5351
SPL 1x16 N° 02	23.5352
SPL 1x16 N° 03	23.6257
SPL 1x16 N° 04	23.6312
SPL 1x16 N° 05	23.6274
SPL 1x16 N° 06	23.6769
SPL 1x16 N° 07	23.6817
SPL 1x16 N° 08	23.7176
SPL 1x16 N° 09	23.7169
SPL 1x16 N° 10	23.7164
SPL 1x16 N° 11	23.7533
SPL 1x16 N° 12	23.8173
SPL 1x16 N° 13	23.8089
SPL 1x16 N° 14	23.8147
SPL 1x16 N° 15	23.8396
SPL 1x16 N° 16	23.8409
SPL 1x16 N° 17	23.8380
SPL 1x16 N° 18	23.8685
SPL 1x16 N° 19	23.8704
SPL 1x16 N° 20	23.8625
SPL 1x16 N° 21	23.9137
SPL 1x16 N° 22	23.9119
SPL 1x16 N° 23	23.9078
SPL 1x16 N° 24	23.9416
SPL 1x16 N° 25	23.9459
SPL 1x16 N° 26	23.4877
SPL 1x16 N° 27	23.6214
SPL 1x16 N° 28	23.9740

Canal Upstream (Longitud de onda 1310 nm), de la ONT hacia la OLT

Tabla 8. Resultados perdidos ópticas en el canal upstream

Fuente: Elaboración propia

SPLITTER	Atenuación enlace (db)
SPL 1x16 N° 01	23.5876
SPL 1x16 N° 02	23.5876
SPL 1x16 N° 03	23.7333
SPL 1x16 N° 04	23.7421
SPL 1x16 N° 05	23.7360
SPL 1x16 N° 06	23.8156
SPL 1x16 N° 07	23.8234
SPL 1x16 N° 08	23.8811
SPL 1x16 N° 09	23.8800
SPL 1x16 N° 10	23.8793
SPL 1x16 N° 11	23.9386
SPL 1x16 N° 12	24.0415
SPL 1x16 N° 13	24.0281
SPL 1x16 N° 14	24.0373
SPL 1x16 N° 15	24.0774
SPL 1x16 N° 16	24.0795
SPL 1x16 N° 17	24.0748
SPL 1x16 N° 18	24.1239
SPL 1x16 N° 19	24.1269
SPL 1x16 N° 20	24.1142
SPL 1x16 N° 21	24.1966
SPL 1x16 N° 22	24.1936
SPL 1x16 N° 23	24.1870
SPL 1x16 N° 24	24.2415
SPL 1x16 N° 25	24.2484
SPL 1x16 N° 26	23.5113
SPL 1x16 N° 27	23.7263
SPL 1x16 N° 28	24.2935

Los servicios Triple Play brindados por la red FTTH, comprende a:

- VOIP, códec G.729, con un 31.3 Kbps en carga y descarga.
- Televisión IP, formato MPEG4, con 8 y 4 Mbps (descarga y carga).

- Acceso a Internet, con velocidad de descarga de 31.03 y de carga 19.10 Mbps.

La velocidad por abonado es 39.06 Mbps (descarga) y 23.1301 Mbps (carga), resultado de la suma de los servicios a entregar ubicados en la Tabla 9:

Tabla 9. Tasa de velocidad por usuario

Fuente: Elaboración propia

Servicio	Tasa de velocidad por usuario	
	Descarga (Mbps)	Carga (Mbps)
IPTV	8	4
VOIP	0.03	0.03
Internet	31.03	19.1001
Total	39.06	23.1301

El ancho de banda total se distribuye por cada interfaz de la OLT utilizada, para llegar a los splitters primarios, que llegarán a las ONT en los abonados, mediante los splitters secundarios. La cantidad de abonados por splitter primarios resulta de la suma de los abonados que tiene conectados a los splitters secundarios mas no a la capacidad de abonados que tienen estos, por ejemplo, en el splitter primario SPL 2x4 N° 01 se tiene conectados a los splitters secundarios SPL 1x16 N° 01, SPL 1x16 N° 02 y SPL 1x16 N° 03 un total de 13 abonados conectados, sin embargo, el splitter SPL 2x4 N° 01 tiene la capacidad de atender, por los tres splitters acoplados, hasta 48 abonados. En la Tabla 10 se presenta el total de la cantidad de abonados conectados por splitter primario.

Tabla 10. Ancho de banda consumido

Fuente: Elaboración propia

Splitter primario	Cantidad de abonados	Tasa de velocidad Descarga (Mbps)	Tasa de velocidad Carga (Mbps)
SPL 2x4 N° 01	13	507.78	300.69
SPL 2x4 N° 02	25	976.50	578.25
SPL 2x4 N° 03	5	195.30	115.65
SPL 2x4 N° 04	30	1171.80	693.90
SPL 2x4 N° 05	23	898.38	531.99
SPL 2x4 N° 06	29	1132.74	670.77
SPL 2x4 N° 07	27	1054.62	624.51
SPL 2x4 N° 08	21	820.26	485.73
SPL 2x4 N° 09	12	468.72	277.56
SPL 2x4 N° 10	16	624.96	370.08
SPL 2x4 N° 11	9	351.54	208.17
	210	8202.60	4857.32

3.6.2 Discusión de Resultados

Los resultados de las pérdidas de potencia en las tablas 7 y 8 de los enlaces se encuentran dentro del rango permitido por la ONT en los canales descendentes (1310 nm) y ascendentes (1440 nm), esto se comprueba con el datasheet de la OLT en el Anexo N°06, el cual indica que el rango de las pérdidas permitidas en ambos canales es de 8 db a 27 db.

CAPITULO IV: CONCLUSIONES

4.1 Justificación

Se diseña la red de fibra óptica FTTH con la cual busca brindar el servicio de internet de acuerdo a las necesidades actuales de estudio y teletrabajo, mediante el uso de tecnologías como GPON que permiten brindar mayores anchos de banda a comparación de las tecnologías actualmente desplegadas en las zonas rurales del Peru.

En un contexto en el que se plantea las principales el desarrollo de las principales actividades de los seres humanos como educación, trabajo, salud o banca, en un formato hibrido, el acceso a internet permite desplegar nuevas formas de comunicación entre maestros y alumnos, como la comunicación síncrona (videollamadas) y asíncrona (comunicación o colaboración por mensajería). Internet se posiciona como la herramienta que permite un desarrollo de estas actividades y formas de comunicación de manera segura, asimismo se plantea como barrera en los lugares en los que no se cuenta con este recurso.

4.1.1 Evaluación económica

En la Tabla 11 se presenta el consolidado de los costos, divididos en Equipos Pasivos, Equipos Activos, Ferreteria y Servicios.

Tabla 11. Presupuesto del proyecto

Fuente: Elaboración propia

DESCRIPCION	SUBTOTAL
EQUIPOS PASIVOS	S/100,876.00
EQUIPOS ACTIVOS	S/99,200.00
FERRETERIA	S/6,720.00
SERVICIOS	S/82,860.00
TOTAL	S/289,656.00

En el Anexo N° 07 se detalla el cálculo de los ítems señalados anteriormente, de los cuales se desprende los siguientes resultados para el escenario de 107 y 214 usuarios, es decir con la mitad del potencial de clientes y el total previsto

Se calcula el VAN y TIR con las siguientes condiciones iniciales

- Cantidad de años: 5 Años
- Número de Usuarios: 107 usuarios
- Precio Mensual: S/150.00
- Precio instalación: S/ 150.00
- Tasa de interés: 15%

VAN= S/ 206,735.24

TIR= 39%

Se calcula el VAN y TIR con las siguientes condiciones iniciales

- Cantidad de años: 5 Años
- Número de Usuarios: 214 usuarios
- Precio Mensual: S/150.00
- Precio instalación: S/ 150.00
- Tasa de interés: 15%

VAN= S/ 952,733.45

TIR= 106%

4.2 Descripción de la implementación

El presente trabajo no cuenta con proceso de implementación, toda vez que consta de un trabajo a nivel preventiva en el cual se busca encontrar la viabilidad técnica del proyecto

4.3 Conclusiones

- Se diseña la red FTTH brindando acceso a fibra óptica al 90% de las viviendas del centro poblado Tomaque, y con ello se asegura la participación estudiantil en estrategias multinivel, como “Aprendo en Casa” durante la pandemia COVID 19.
- La red FTTH permite brindar servicios múltiples como internet, televisión IP y telefonía IP, que garantiza pueden usarse en otras estrategias multinivel.
- La red FTTH que brinda conexión a internet y demás servicios TriplePlay es capaz de soportar mejoras en el futuro, como el incremento del ancho de banda, aprovechando los beneficios de una red de fibra óptica.
- El diseño resulta viable porque el presupuesto óptico determina que los valores de los enlaces, se encuentran en el rango aceptado para los canales descendentes (1310 nm) y ascendentes (1440 nm) de las ONT y sus estándares, los cuales se encuentran en el Anexo N° 06
- En el escenario de brindar el servicio para 107 usuarios, la recuperación de la inversión del proyecto se dará en 2 años y 11 meses, con un VAN de S/ 206,735.24 y un TIR de 39% y en el escenario de brindar el servicio para 214 usuarios, la recuperación de la inversión del proyecto se dará en 1 años y 2 meses, con un VAN de S/ 952,733.45 y un TIR de 106%

CAPITULO V: RECOMENDACIONES

- Sería adecuado utilizar planos con mayor precisión, ya sean del municipio local o del Instituto Geográfico Militar, ello haría posible una mayor precisión en los cálculos de las distancias de los enlaces, los mismos fueron buscados para la elaboración de la presente tesina y al no encontrarse se optó por utilizar una herramienta gratuita como Google Earth.
- Se recomienda que la presente propuesta sirva de referencia inicial para la evaluación de pre factibilidad técnica y económica por las empresas operadora de servicios para su implementación y puesta en marcha de la red.
- El nodo que atenderá la red en el centro poblado Tomaque deberá encontrarse en un punto de fácil acceso para el mantenimiento respectivo, podría ser un espacio en una casa, para otorgar seguridad a los equipos.
- El alcance del presente estudio es de 5 años que se justifica por la evolución tecnológica y el dimensionamiento poblacional, por ello se recomienda su revisión al final de este periodo.

CAPITULO VI: BIBLIOGRAFIA

- Alva Cullash, E. C., & Casto Salsavilca, L. F. (2015). *Influencia del internet en el rendimiento Escolar (Calificacion Cuantitativa) de los estudiantes de 6° gardo de Educación Primaria (Turno mañana) de ña I.E. N°3057, El Progreso - Carabayllo*. [UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN ENRIQUE GUZMÁN Y VALLE]. http://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/UNE/786/TL_PC-Ep_A47_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arias de la Cruz, J. W. (2015). *Diseño De Una Red Ftth Utilizando El Estándar Gpon En El Distrito De Magdalena Del Mar* [Pontificia Universidad Catolica del Peru]. http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/7506/ARIAS_JOSEPH_RED_FTTH_GPON_MAGDALENA_DEL_MAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 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 Martin de Porres* [UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS]. <https://doi.org/10.19083/tesis/625704>
- Charlie Davis. (2009). Fibre: The socio-economic benefits. *FTTH Council Europe Conference 2009: "Building a Sustainable Future."* file:///C:/Users/youhe/Downloads/kdoc_o_00042_01.pdf
- D&O COMMITTEE of FTTH. (2018). FTTH Handbook. In E. C. Bull (Ed.), *FTTH Council Europe*, (8th ed., Issue 5). FTTH Council Europe. <http://www.ftthcouncil.eu/resources%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:FTTH+Handbook#0>
- El Comercio. (2020). *Latinoamérica: Coronavirus: Bolivia da por terminado el año escolar por limitaciones* | NOTICIAS EL COMERCIO PERÚ. <https://elcomercio.pe/mundo/latinoamerica/coronavirus-bolivia-da-por-terminado-el-ano-escolar-por-limitaciones-en-educacion-virtual-no-hay->

internet-en-areas-rurales-covid-19-

noticia/?fbclid=IwAR01s1d0C8zI8qHSpPnBVD_nzAjtMPJDWnadyrtYd_fX0fZc5dlB8zjof5M

INEI. (2017). *POBLACION CENTRO POBLADOS AMAZONAS - INEI 2017*.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/cuadros/dpto01.xlsx

INEI. (2020). Estadísticas de las Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares. *Instituto Nacional De Estadística Informatica*, 2, 1–55.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_tics.pdf

ITU-T. (2005). *Sistemas de acceso óptico de banda ancha basados en redes ópticas pasivas* G.983.1.
 file:///C:/Users/Usuario/Documents/Javier/UNMSM/TITULACION/TESIN A/ANTECEDENTES/ITU/T-REC-G.983.1-200501-!!!PDF-S.pdf

ITU-T. (2008). *Gigabit-capable passive optical networks (GPON): General characteristics*. 138.
 file:///C:/Users/Usuario/Documents/Javier/UNMSM/TITULACION/TESIN A/ANTECEDENTES/ITU/T-REC-G.984.1-200803-!!!PDF-E.pdf

Katz, R. L. (2012). Banda Ancha, Digitalización y Desarrollo. *Columbia Institute for Tele-Information*.
https://www.cepal.org/socinfo/noticias/noticias/8/46168/Raul_L._Katz.pdf

Larocca, N. (2020, July). *Perú reactiva 14 proyectos regionales de banda ancha tras parate por el covid-19 – TeleSemana.com*.
<https://www.telesemana.com/blog/2020/06/10/peru-reactiva-14-proyectos-regionales-de-banda-ancha-tras-parate-por-el-covid-19/>

M.Al-Quzwini, M. (2014). Design and Implementation of a Fiber to the Home FTTH Access Network based on GPON. *International Journal of Computer Applications*, 92(6), 30–42. <https://doi.org/10.5120/16015-5050>

McKinsey Global Instituted. (2011). *Internet matters: The Net's sweeping impact on growth, jobs, and prosperity*.
<https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/internet-matters>

MINEDU. (2020a). *Encuesta a Padres de Familia de IIEE Públicas*.
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi->

kM3h2fbrAhXCGrkGHTCADEUQFjAKegQIBhAB&url=http%3A%2F%2Fwww.congreso.gob.pe%2FDocs%2Fcomisiones2020%2FInclusionSocialDiscapacidad%2Ffiles%2Frespuestas_de_entidades%2F

MINEDU. (2020b). *Resultados de Aprendo en Casa*.
http://escale.minedu.gob.pe/c/document_library/get_file?uuid=fbe5166f-5d97-4c0f-8f54-55a14ef61850&groupId=10156

Portocarrero Elías, M. L. (2016). *Diseño de una red de transporte de fibra optica y de acceso inalambrico para mejorar el acceso a los servicios de telecomunicaciones y lograr la conectividad integral de la provincia de Bagua*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

PROINVERSION. (2013). *Notas de Prensa Red Dorsal de Fibra Óptica*.
http://www.proinversion.gob.pe/modulos/NOT/NOT_DetallarNoticia.aspx?ARE=0&PFL=1&NOT=2398&month=12&year=2013

Ramirez Zapata, S. A. (2019). *DISEÑO DE UNA RED DE FTTH PARA EL ACCESO DE BANDA ANCHA EN EL CONDOMINIO GALILEA – CASTILLA, UTILIZANDO TECNOLOGÍA GPON*. Universidad Nacional de Piura.

Selmanovic, F., & Skaljo, E. (2010). GPON in telecommunication network. *2010 International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops, ICUMT 2010*, 1012–1016.
<https://doi.org/10.1109/ICUMT.2010.5676500>

Telecompaper. (2012). *South Korea, UAE lead world FTTH penetration*.
<https://www.telecompaper.com/news/south-korea-uae-lead-world-ftth-penetration--856392>

CAPITULO VII: ANEXOS

ANEXO N° 01

A. ITU-T G.983

La presente recomendación describe una red de acceso flexible de fibra óptica que puede soportar los requisitos de ancho de banda de los servicios de banda estrecha y de banda ancha. Describe sistemas con velocidades de línea en sentido descendente de 155,52, 622,08 y 1244,16 Mbit/s, y velocidades nominales de línea en el sentido ascendente de 155,52 y 622,08 Mbit/s. Se describen tanto los sistemas simétricos como los asimétricos (ascendentes/descendentes). La Recomendación propone los requisitos y especificaciones de capa física para la capa dependiente de los medios físicos, la capa TC y el protocolo de determinación de distancia de una red óptica pasiva de banda ancha basada en el ATM (B-PON).

La Recomendación UIT-T G.983.1 fue aprobada el 13 de enero de 2005 por la Comisión de Estudio 15 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8. (ITU-T, 2005).

a) APON

APON (ATM Passive Optical Network) fue la primera red que definida por un grupo de trabajo llamado FSAN (Full Services Access Network), formado por 7 operadoras de telecomunicaciones con el fin de unificar especificaciones para el acceso de banda ancha a las viviendas.

APON basa su transmisión en canal descendente en ráfagas de celdas ATM (Modo de transferencia asíncrona) con una tasa máxima de 155 Mbit/s que se reparte entre el número de ONUs que estén conectadas. En canal descendente, a la trama de celdas ATM, se introducen dos celdas PLOAM para indicar el destinatario de cada celda y otra más para información de mantenimiento.

Su inconveniente inicial era la limitación de los 155 Mbit/s que más adelante se aumentó hasta los 622 Mbit/s.

b) BPON

Las redes ópticas pasivas de banda ancha o Broadband PON (BPON) se basan en las redes APON, con el agregado de dar soporte a otros estándares de banda ancha. Originalmente se definió con una tasa de 155 Mbit/s fijos, en canal ascendente como descendente, modificándose más adelante para poder admitir tráfico asimétrico en canal descendente

- Tráfico asimétrico: canal descendente -> 622 Mbit/s // Canal ascendente -> 155 Mbit/s.
- Tráfico simétrico: canal descendente y ascendente -> 622 Mbit/s.
- No obstante, presentaban un coste elevado y limitaciones técnicas.

B. ITU-T G.984

La presente recomendación describe una red de acceso de fibra óptica flexible capaz de soportar los requisitos de ancho de banda de los servicios comerciales y residenciales y cubre sistemas con velocidades de línea nominales de 2,4 Gbit / s en la dirección descendente y 1,2 Gbit/s y 2,4 Gbit /s en ambas direcciones. Se describen sistemas de red óptica pasiva (GPON) con capacidad de gigabit tanto simétricos como asimétricos. Esta Recomendación propone las características generales de GPON basadas en los requisitos de servicio de los operadores.

La Recomendación UIT-T G.984.1 fue aprobada el 29 de marzo de 2008 por la Comisión de Estudio 15 (2005-2008) del UIT-T con arreglo al procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.GPON (ITU-T, 2008)

C. IEEE 802.3.ah

a) EPON

Ethernet sobre redes ópticas pasivas, se refiere a una extensión del estándar Ethernet IEEE802.3, realizada por el grupo de trabajo EFM (Ethernet in the First Mile - Ethernet en la primera milla), descrito anteriormente en el estándar 802.3ah-2004 y actualmente incorporado en el documento 802.3-2005 sección 5, para aprovechar las características de la tecnología de fibra óptica y las redes pasivas y aplicarlas a Ethernet.

La arquitectura está constituida en el transporte de tráfico Ethernet manteniendo las características de la especificación 802.3, con las siguientes ventajas:

- Trabaja directamente a velocidades de gigabit (que se tiene que dividir entre el número de usuarios).
- La interconexión de islas EPON es más simple.
- La reducción de los costes debido a que no utilizan elementos ATM y SDH, sino que se transmiten tramas Ethernet puras.

D. IEEE 802.3av

10G-EPON

Desarrollado por el IEEE y aprobado en septiembre del 2009. Especifica el acceso EPON con un ancho de banda de dos maneras:

- Simétrico, con canales de carga y descarga de 10 Gbit/s
- Asimétrico, con canales de bajada de 10 Gbit/s y 1,25 Gbit/s de subida, compatible con 1G-EPON.

Fue ratificado como estándar IEEE 802.3av en 2009.

ANEXO N° 02

PARCELA	CANTIDAD DE ABONADOS
PP N° 01	3
PP N° 02	7
PP N° 03	3
PP N° 04	5
PP N° 05	3
PP N° 06	9
PP N° 07	0
PP N° 08	8
PP N° 09	0
PP N° 10	2
PP N° 11	3
PP N° 12	2
PP N° 13	7
PP N° 14	9
PP N° 15	12
PP N° 16	1
PP N° 17	3
PP N° 18	1
PP N° 19	1
PP N° 20	2
PP N° 21	0
PP N° 50	3
PP N° 51	2
PP N° 47	9
PP N° 48	5
PP N° 44	11
PP N° 45	10
PP N° 42	0
PP N° 43	8
PP N° 39	0
PP N° 40	6
PP N° 36	6
PP N° 37	7
PP N° 33	4
PP N° 34	7
PP N° 26	10
PP N° 27	2
PP N° 30	5
PP N° 31	3
PP N° 28	3
PP N° 32	2

PP N° 24	2
PP N° 25	2
PP N° 29	3
PP N° 35	5
PP N° 38	5
PP N° 41	3
PP N° 46	2
PP N° 49	2
PP N° 51	1
PP N° 52	1
Total	210

ANEXO N° 03

PARCELAS PEQUEÑAS	CANTIDAD DE ABONADOS PP	PARCELAS MEDIANAS	CANTIDAD DE ABONADOS PM
PP N° 01	3	PM N° 01	3
PP N° 02	7	PM N° 02	7
PP N° 03	3	PM N° 02	3
PP N° 04	5	PM N° 03	5
PP N° 05	3	PM N° 03	3
PP N° 06	9	PM N° 04	9
PP N° 07	0	PM N° 05	0
PP N° 08	8	PM N° 04	8
PP N° 09	0	PM N° 05	0
PP N° 10	2	PM N° 06	2
PP N° 11	3	PM N° 06	3
PP N° 12	2	PM N° 07	2
PP N° 13	7	PM N° 07	7
PP N° 14	9	PM N° 07	9
PP N° 15	12	PM N° 08	12
PP N° 16	1	PM N° 09	1
PP N° 17	3	PM N° 09	3
PP N° 18	1	PM N° 09	1
PP N° 19	1	PM N° 09	1
PP N° 20	2	PM N° 09	2
PP N° 21	0	PM N° 09	0
PP N° 50	3	PM N° 10	3
PP N° 51	2	PM N° 10	2
PP N° 47	9	PM N° 11	9
PP N° 48	5	PM N° 11	5
PP N° 44	11	PM N° 12	11
PP N° 45	10	PM N° 12	10
PP N° 42	0	PM N° 13	0
PP N° 43	8	PM N° 13	8
PP N° 39	0	PM N° 14	0
PP N° 40	6	PM N° 14	6
PP N° 36	6	PM N° 15	6
PP N° 37	7	PM N° 15	7
PP N° 33	4	PM N° 16	4
PP N° 34	7	PM N° 16	7
PP N° 26	10	PM N° 17	10
PP N° 27	2	PM N° 17	2
PP N° 30	5	PM N° 17	5
PP N° 31	3	PM N° 17	3
PP N° 28	3	PM N° 18	3
PP N° 32	2	PM N° 18	2
PP N° 24	2	PM N° 19	2
PP N° 25	2	PM N° 19	2

PP N° 29	3	PM N° 19	3
PP N° 35	5	PM N° 20	5
PP N° 38	5	PM N° 21	5
PP N° 41	3	PM N° 21	3
PP N° 46	2	PM N° 22	2
PP N° 49	2	PM N° 22	2
PP N° 51	1	PM N° 23	1
PP N° 52	1	PM N° 24	1

ANEXO N° 04

PARCELAS EQUEÑAS	NUMERO DE ABONADOS PP	PARCELAS MEDIANAS	NUMERO DE ABONADOS PM	SPLITTER 2X4	SPLIITER 1X16
PP N° 01	3	PM N° 01	3	SPL 2x4 N° 01	SPL 1x6 N° 01
PP N° 02	7	PM N° 02	7	SPL 2x4 N° 01	SPL 1x6 N° 02
PP N° 03	3	PM N° 02	3	SPL 2x4 N° 01	SPL 1x6 N° 02
PP N° 04	5	PM N° 03	5	SPL 2x4 N° 02	SPL 1x6 N° 03
PP N° 05	3	PM N° 03	3	SPL 2x4 N° 02	SPL 1x6 N° 03
PP N° 06	9	PM N° 04	9	SPL 2x4 N° 02	SPL 1x6 N° 04
PP N° 07	0	PM N° 05	0	SPL 2x4 N° 03	SPL 1x6 N° 06
PP N° 08	8	PM N° 04	8	SPL 2x4 N° 02	SPL 1x6 N° 05
PP N° 09	0	PM N° 05	0	SPL 2x4 N° 03	SPL 1x6 N° 06
PP N° 10	2	PM N° 06	2	SPL 2x4 N° 03	SPL 1x6 N° 07
PP N° 11	3	PM N° 06	3	SPL 2x4 N° 03	SPL 1x6 N° 07
PP N° 12	2	PM N° 07	2	SPL 2x4 N° 04	SPL 1x6 N° 10
PP N° 13	7	PM N° 07	7	SPL 2x4 N° 04	SPL 1x6 N° 10
PP N° 14	9	PM N° 07	9	SPL 2x4 N° 04	SPL 1x6 N° 08
PP N° 15	12	PM N° 08	12	SPL 2x4 N° 04	SPL 1x6 N° 09
PP N° 16	1	PM N° 09	1	SPL 2x4 N° 11	SPL 1x6 N° 11
PP N° 17	3	PM N° 09	3	SPL 2x4 N° 11	SPL 1x6 N° 11
PP N° 18	1	PM N° 09	1	SPL 2x4 N° 11	SPL 1x6 N° 11
PP N° 19	1	PM N° 09	1	SPL 2x4 N° 11	SPL 1x6 N° 11
PP N° 20	2	PM N° 09	2	SPL 2x4 N° 11	SPL 1x6 N° 11
PP N° 21	0	PM N° 09	0	SPL 2x4 N° 11	SPL 1x6 N° 11
PP N° 50	3	PM N° 10	3	SPL 2x4 N° 05	SPL 1x6 N° 12
PP N° 51	2	PM N° 10	2	SPL 2x4 N° 05	SPL 1x6 N° 12
PP N° 47	9	PM N° 11	9	SPL 2x4 N° 05	SPL 1x6 N° 13
PP N° 48	5	PM N° 11	5	SPL 2x4 N° 05	SPL 1x6 N° 13
PP N° 44	11	PM N° 12	11	SPL 2x4 N° 06	SPL 1x6 N° 16
PP N° 45	10	PM N° 12	10	SPL 2x4 N° 06	SPL 1x6 N° 15
PP N° 42	0	PM N° 13	0	SPL 2x4 N° 06	SPL 1x6 N° 17
PP N° 43	8	PM N° 13	8	SPL 2x4 N° 06	SPL 1x6 N° 17
PP N° 39	0	PM N° 14	0	SPL 2x4 N° 07	SPL 1x6 N° 18
PP N° 40	6	PM N° 14	6	SPL 2x4 N° 07	SPL 1x6 N° 18
PP N° 36	6	PM N° 15	6	SPL 2x4 N° 07	SPL 1x6 N° 19
PP N° 37	7	PM N° 15	7	SPL 2x4 N° 07	SPL 1x6 N° 19
PP N° 33	4	PM N° 16	4	SPL 2x4 N° 08	SPL 1x6 N° 22
PP N° 34	7	PM N° 16	7	SPL 2x4 N° 08	SPL 1x6 N° 22
PP N° 26	10	PM N° 17	10	SPL 2x4 N° 10	SPL 1x6 N° 26
PP N° 27	2	PM N° 17	2	SPL 2x4 N° 08	SPL 1x6 N° 21
PP N° 30	5	PM N° 17	5	SPL 2x4 N° 10	SPL 1x6 N° 26
PP N° 31	3	PM N° 17	3	SPL 2x4 N° 08	SPL 1x6 N° 21
PP N° 28	3	PM N° 18	3	SPL 2x4 N° 09	SPL 1x6 N° 24
PP N° 32	2	PM N° 18	2	SPL 2x4 N° 09	SPL 1x6 N° 24
PP N° 24	2	PM N° 19	2	SPL 2x4 N° 09	SPL 1x6 N° 25

PP N° 25	2	PM N° 19	2	SPL 2x4 N° 09	SPL 1x6 N° 25
PP N° 29	3	PM N° 19	3	SPL 2x4 N° 09	SPL 1x6 N° 25
PP N° 35	5	PM N° 20	5	SPL 2x4 N° 08	SPL 1x6 N° 23
PP N° 38	5	PM N° 21	5	SPL 2x4 N° 07	SPL 1x6 N° 20
PP N° 41	3	PM N° 21	3	SPL 2x4 N° 07	SPL 1x6 N° 20
PP N° 46	2	PM N° 22	2	SPL 2x4 N° 05	SPL 1x6 N° 14
PP N° 49	2	PM N° 22	2	SPL 2x4 N° 05	SPL 1x6 N° 14
PP N° 51	1	PM N° 23	1	SPL 2x4 N° 10	SPL 1x6 N° 27
PP N° 52	1	PM N° 24	1	SPL 2x4 N° 11	SPL 1x6 N° 28

ANEXO N° 05

Canal Downstream (Longitud de onda 1490 nm), de la OLT hacia la ONT

SPLITTER	Número de conectores	Número de empalmes	SPLITTER		CABLE			Atenuación enlace (db)
			Splitter 2x4	Splitter 1x16	Cable de alimentación (km)	Cable de distribución (km)	Cable drop (km)	
SPL 1x16 N° 01	8	5	1	1	0.2427	0.0320	0.1	23.5351
SPL 1x16 N° 02	8	5	1	1	0.2427	0.0321	0.1	23.5352
SPL 1x16 N° 03	8	5	1	1	0.6427	0.0259	0.1	23.6257
SPL 1x16 N° 04	8	5	1	1	0.6427	0.0497	0.1	23.6312
SPL 1x16 N° 05	8	5	1	1	0.6427	0.0332	0.1	23.6274
SPL 1x16 N° 06	8	5	1	1	0.8797	0.0113	0.1	23.6769
SPL 1x16 N° 07	8	5	1	1	0.8797	0.0324	0.1	23.6817
SPL 1x16 N° 08	8	5	1	1	1.0287	0.0393	0.1	23.7176
SPL 1x16 N° 09	8	5	1	1	1.0287	0.0364	0.1	23.7169
SPL 1x16 N° 10	8	5	1	1	1.0287	0.0343	0.1	23.7164
SPL 1x16 N° 11	8	5	1	1	1.1927	0.0306	0.1	23.7533
SPL 1x16 N° 12	8	5	1	1	1.4327	0.0689	0.1	23.8173
SPL 1x16 N° 13	8	5	1	1	1.4327	0.0325	0.1	23.8089
SPL 1x16 N° 14	8	5	1	1	1.4327	0.0575	0.1	23.8147
SPL 1x16 N° 15	8	5	1	1	1.5647	0.0339	0.1	23.8396
SPL 1x16 N° 16	8	5	1	1	1.5647	0.0395	0.1	23.8409
SPL 1x16 N° 17	8	5	1	1	1.5647	0.0268	0.1	23.8380
SPL 1x16 N° 18	8	5	1	1	1.6927	0.0315	0.1	23.8685
SPL 1x16 N° 19	8	5	1	1	1.6927	0.0395	0.1	23.8704
SPL 1x16 N° 20	8	5	1	1	1.6927	0.0053	0.1	23.8625
SPL 1x16 N° 21	8	5	1	1	1.8707	0.0500	0.1	23.9137
SPL 1x16 N° 22	8	5	1	1	1.8707	0.0420	0.1	23.9119

SPL 1x16 N° 23	8	5	1	1	1.8707	0.0241	0.1	23.9078
SPL 1x16 N° 24	8	5	1	1	2.0157	0.0262	0.1	23.9416
SPL 1x16 N° 25	8	5	1	1	2.0157	0.0449	0.1	23.9459
SPL 1x16 N° 26	8	5	1	1	0.0327	0.0359	0.1	23.4877
SPL 1x16 N° 27	8	5	1	1	0.0327	0.6170	0.1	23.6214
SPL 1x16 N° 28	8	5	1	1	1.1927	0.9900	0.1	23.9740

Canal Upstream (Longitud de onda 1310 nm), de la ONT hacia la OLT

SPLITTER	Número de conectores	Número de empalmes	SPLITTER		CABLE			Atenuación enlace (db)
			Splitter 2x4	Splitter 1x16	Cable de alimentación (km)	Cable de distribución (km)	Cable drop (km)	
SPL 1x16 N° 01	8	5	1	1	0.2427	0.0320	0.1	23.5876
SPL 1x16 N° 02	8	5	1	1	0.2427	0.0321	0.1	23.5876
SPL 1x16 N° 03	8	5	1	1	0.6427	0.0259	0.1	23.7333
SPL 1x16 N° 04	8	5	1	1	0.6427	0.0497	0.1	23.7421
SPL 1x16 N° 05	8	5	1	1	0.6427	0.0332	0.1	23.7360
SPL 1x16 N° 06	8	5	1	1	0.8797	0.0113	0.1	23.8156
SPL 1x16 N° 07	8	5	1	1	0.8797	0.0324	0.1	23.8234
SPL 1x16 N° 08	8	5	1	1	1.0287	0.0393	0.1	23.8811
SPL 1x16 N° 09	8	5	1	1	1.0287	0.0364	0.1	23.8800
SPL 1x16 N° 10	8	5	1	1	1.0287	0.0343	0.1	23.8793
SPL 1x16 N° 11	8	5	1	1	1.1927	0.0306	0.1	23.9386
SPL 1x16 N° 12	8	5	1	1	1.4327	0.0689	0.1	24.0415
SPL 1x16 N° 13	8	5	1	1	1.4327	0.0325	0.1	24.0281
SPL 1x16 N° 14	8	5	1	1	1.4327	0.0575	0.1	24.0373
SPL 1x16 N° 15	8	5	1	1	1.5647	0.0339	0.1	24.0774
SPL 1x16 N° 16	8	5	1	1	1.5647	0.0395	0.1	24.0795
SPL 1x16 N° 17	8	5	1	1	1.5647	0.0268	0.1	24.0748
SPL 1x16 N° 18	8	5	1	1	1.6927	0.0315	0.1	24.1239
SPL 1x16 N° 19	8	5	1	1	1.6927	0.0395	0.1	24.1269
SPL 1x16 N° 20	8	5	1	1	1.6927	0.0053	0.1	24.1142
SPL 1x16 N° 21	8	5	1	1	1.8707	0.0500	0.1	24.1966
SPL 1x16 N° 22	8	5	1	1	1.8707	0.0420	0.1	24.1936
SPL 1x16 N° 23	8	5	1	1	1.8707	0.0241	0.1	24.1870
SPL 1x16 N° 24	8	5	1	1	2.0157	0.0262	0.1	24.2415
SPL 1x16 N° 25	8	5	1	1	2.0157	0.0449	0.1	24.2484

SPL 1x16 N° 26	8	5	1	1	0.0327	0.0359	0.1	23.5113
SPL 1x16 N° 27	8	5	1	1	0.0327	0.6170	0.1	23.7263
SPL 1x16 N° 28	8	5	1	1	1.1927	0.9900	0.1	24.2935

ANEXO N° 06



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
ET02743 v0 - 28/03/2019



CHASIS CONCENTRADOR OPTICO LIGHTDRIVE GPON FK-OLT-G2500



Tipo del producto	Equipo GPON FBS
Descripción	La OLT (Optical Line Terminal) es un equipo <i>carrier class</i> utilizado en redes FTTx (Fiber To The X) como concentrador de clientes. Su función es distribuir el acceso a cada usuario de la red y realizar tareas de gestión, tales como control de acceso, gestión de banda, configuración de servicios, etc. Chasis GPON con altura de 7RU (unidades de rack).
Características Generales	• 10 slots para módulos de servicio: • Cada módulo de servicio soporta hasta 4 interfaces GPON SFP, para atendimento a 128 abonados cada uno, totalizando 5120 abonados por chasis; • Opción de módulos de servicio con interfaces GPON redundantes; • 2 slots para módulos de uplink: • El módulo de uplink presenta 2 puertos 10GbE XFP y 4 puertos GbE SFP; • 2 slots para módulo de control y gerenciamiento (switching): • Posibilidad de instalación de 2 módulos de switching para que operen en régimen de redundancia; • 296 Gbps de capacidad de switching y 220Mpps de throughput;
Gerencia	• Serial/Telnet (CLI); • SNMP v1/v2/v3; • DHCP server, client y relay con opción 82; • Single IP management; • RMON; • Syslog; • Link Layer Discovery Protocol (LLDP).
GPON	• Soporta ITU-T G.984.4 para gestión y control de la Interface de la ONT (OMCI); • Gestión remota de la ONT; • Descubierta y ranging automático de la ONT; • Soporta NSR (Non-Status Reporting) y SR (Status Reporting) DBA (Dynamic Bandwidth Allocation) – G.984.3; • Múltiples T-CONTs por ONT; • Hasta 128 ONTs por interface GPON; • Velocidad de 2.5Gbps en downstream y 1.25Gbps en upstream; • 20km de rango de transmisión (60km de alcance lógico); • Longitud de onda de transmisión: 1490nm;



Este documento técnico es de propiedad y propiedad exclusiva de Furukawa Electric LaAm S. A. Está prohibida su reproducción total o parcial sin mencionar su autoría, así como la modificación de su contenido o contexto. Todas las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.

1/4



MODEM OPTICO GPON FK-ONT-G400R (MODELO EXPORT.)



Tipo del producto

Equipo GPON FBS

Descripción

La FK-ONT-G400R es una ONT (Optical Network Terminal) compatible con estándar ITU-T G.984. El equipamiento soporta tasas de hasta 2.5Gbps para downstream y 1.25Gbps para upstream. La ONT soporta servicios completos de Triple Play, incluyendo voz, video y datos.

Interfaces

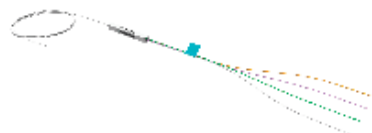
- ♦ 1 interfaz óptica GPON SC-APC;
- ♦ 4 interfaces metálicas RJ-45 10/100/1000Base-T (GbE);

GPON

- ♦ Mapeo de GEM Ports en una T-CONT con scheduling basado en filas de prioridad;
- ♦ Soporte para Multicast GEM Port;
- ♦ Forward Error Correction (FEC);
- ♦ Mapeo flexible entre GEM Ports y T-CONTs;
- ♦ Soporta modo Single T-CONT o modo Multiple T-CONTs;
- ♦ Múltiples GEM Ports por dispositivo;
- ♦ Múltiples T-CONTs por dispositivo;
- ♦ Framing totalmente compatible con ITU-T G.984;
- ♦ Largura de onda de recepción: 1490nm;
- ♦ Largura de onda de transmisión: 1310nm;
- ♦ Receptor de 2.488Gbps sentido downstream;
- ♦ Transmisor de 1.244Gbps sentido upstream en modo rajada;
- ♦ De acuerdo con el estándar GPON ITU-T G.984.x;
- ♦ Potencia Óptica de Transmisión: 0,5dBm ~ +5dBm
- ♦ Potencia Óptica de Recepción: -8dBm ~ -27dBm

Layer 2

- ♦ En conformidad con IEEE 802.1D y 802.1Q;
- ♦ Configuración de puerta untagged;
- ♦ Soporte la Spanning Tree Protocol
- ♦ Hasta 128 direcciones MAC por dispositivo;



DIVISOR ÓPTICO 1XN EQUILIBRADO



Descripción

Splitters Ópticos son componentes pasivos que realizan la división del señal óptico en una red PON. Son constituidos por una fibra de entrada y N fibras de salida, las cuales dividen la potencia del señal óptico proporcionalmente, caracterizándolos como splitters equilibrados. Son utilizados principalmente en redes ópticas FTTx/PON y redes HFC (Cable TV).

Disponible en tres modelos:

- Conectorizado en la entrada y salidas;
- Conectorizado sólo en las salidas;
- No conectorizado.

Compatibilidad

Bandejas de Empalme o Módulos Conectorizados.

Tipo de la Fibra

Fibras de Entrada y Salidas del Tipo "Bend Insensitive" G.657A ⁽²⁾.

Norma

- ♦ Telcordia GR-1209 (Componentes Ópticos Pasivos)
- ♦ Telcordia GR-1221 (Requisitos de Confiabilidad para Componentes Ópticos Pasivos)
- ♦ IEC 61753-1 (Dispositivos de Interconexión de Fibra Óptica y Componentes Pasivos - Estándar de Rendimiento)

Certificaciones

ANATEL (Homologación 01837-11-00256 y 01835-11-00256)

Cable PowerGuide® Vano Corto



Construcción	Dieléctrico	
	Núcleo Seco o Totalmente Seco protegido con materiales absorbentes a la humedad	
	Tubos Loose	
	SM y NZD	
Descripción	Cables ópticos totalmente dieléctricos, con fibras ópticas monomodo revestidas en acrílico, ubicadas en tubos holgados libres de gel o con gel, protegidos con hilos hinchables en su interior. Los tubos son reunidos alrededor del elemento central. El núcleo del cable será protegido con materiales hinchables. El conjunto es reforzado con hilaturas de aramida y recubierto con una cubierta exterior de material termoplástico de color negro.	
Aplicación	Los cables de fibras ópticas cubiertos por esta especificación se aplican para instalaciones aéreas autoportadas	
	VANOS MÁXIMOS (metros)	
	Condiciones referenciales (*)	NESC LIGHT NESC MEDIUM NESC HEAVY
		Flecha mínima
Descripción del cable	1,50% 2,50%	1,50% 2,50% 1,50% 2,50%
AT-3BE17N6-006-CLGA	287,3 345,9	208,0 238,5 129,1 142,4
AT-3BE17N6-012-CLGA	290,4 348,2	209,9 240,0 129,9 143,1
AT-3BE17N6-018-CLGA	292,5 350,6	211,5 241,2 130,6 143,5
AT-3BE17N6-024-CLGA	296,7 352,9	213,5 242,8 131,4 144,3
AT-3BE17N6-030-CLGA	299,8 355,3	215,4 244,3 132,2 144,7
AT-3BE17NT-012-CLGA	259,9 312,3	187,7 215,4 116,2 128,3
AT-3BE17NT-024-CLGA	262,3 314,6	188,8 216,6 117,0 128,9
AT-3BE17NT-036-CLGA	264,6 316,2	190,4 217,8 117,4 129,5
AT-3BE17NT-048-CLGA	267,1 317,8	192,0 218,5 118,1 129,9

DROP TIGHT BUFFER FIG. 8



Construcción

Dieléctrico
Tight Buffer
Figura 8

Descripción

Cable óptico de acometida figura 8, totalmente dieléctrico, compuesto por una o dos fibras ópticas ajustadas. Sobre la fibra ajustada son ubicados hilos dieléctricos, formando el núcleo óptico del cable. El mensajero es compuesto por hilos dieléctricos de aramida. Sobre el mensajero y el núcleo óptico es ubicada una cubierta de material no propagante a la llama, resistente a intemperies y a la luz solar adecuada para instalación interna y externa.

Aplicación

Ambiente de Instalación	Interno/Externo
Ambiente de Operación	Aéreo auto-soportado

Norma

- ICEA S-110-717 - "Standard for optical fiber drop cable"

ANEXO N° 07**EQUIPOS PASIVOS**

ITEM	DESCRIPCIÓN	MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Cable de Fibra Óptica 24 hilos Monomodo ADSS	METROS	5000	S/9.50	S/47,500.00
3	Cable de Fibra Óptica Drop 2 hilos	METROS	20000	S/2.30	S/46,000.00
2	Caja de distribución NAP	UNID	39	S/270.00	S/10,530.00
3	Roseta óptica (Incluye 1 pigtail)	UNID	214	S/45.00	S/9,630.00
4	Adaptador de conector SC/APC	UNID	214	S/14.00	S/2,996.00
5	Conector Preconectorizado SC/SC APC	UNID	214	S/25.00	S/5,350.00
6	Splitter 2x4 Furukawa	UNID	11	S/120.00	S/1,320.00
7	Splitter 1x16 Furukawa	UNID	28	S/100.00	S/2,800.00
8	Mufa de distribución	UNID	2	S/360.00	S/720.00
TOTAL					S/126,846.00

EQUIPOS ACTIVOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	OLT FURUKAWA - FK-OLT-G2500	UNID	1	S/35,000.00	S/35,000.00
2	ONT FURUKAWA - FK-ONT-G400R	UNID	214	S/300.00	S/64,200.00
TOTAL					S/99,200.00

MATERIALES Y ACCESORIOS DE INSTALACION

ITEM	DESCRIPCIÓN	MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Sujetador Clevis	UNIDAD	300	S/5.00	S/1,500.00
2	Aislador Ceramico	UNIDAD	300	S/3.60	S/1,080.00
3	Preformado	UNIDAD	200	S/15.00	S/3,000.00
4	Cinta Bandit 1/2 100 mt	CAJA	8	S/120.00	S/960.00
5	Hebilla Bandit 1/2	CAJA	7	S/140.00	S/980.00
6	Cruceta de reserva	UNIDAD	39	S/70.00	S/2,730.00
TOTAL					S/10,250.00

SERVICIOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Tendido de fibra óptica SM x metro	METROS	15000	S/3.80	S/57,000.00
2	Empalme de fibra óptica	UNID	300	S/100.00	S/30,000.00
3	Instalacion Caja de distribución NAP	UNID	28	S/30.00	S/840.00
3	Instalacion Mufa Aerea	UNID	2	S/90.00	S/180.00
4	Elaboracion documentacion	UNID	1	S/2,000.00	S/2,000.00
5	Certificacion enlaces	UNID	214	S/60.00	S/12,840.00
TOTAL					S/102,860.00

TOTAL

ITEM	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	EQUIPOS PASIVOS	S/126,846.00
2	EQUIPOS ACTIVOS	S/99,200.00
3	MATERIALES Y ACCESORIOS DE INSTALACION	S/10,250.00
4	SERVICIOS	S/102,860.00
TOTAL		S/339,156.00

Se calcula el VAN y TIR con las siguientes condiciones iniciales

- Cantidad de años: 5 Años
- Número de Usuarios: 107 usuarios
- Precio Mensual: S/150.00
- Precio instalación: S/ 150.00
- Tasa de interés: 15%
- Costos Operativos anuales de mantenimiento y operación del 10%

AÑO	0	1	2	3	4	5
EGRESOS	-S/339,156.00	-S/33,915.60	-S/33,915.60	-S/33,915.60	-S/33,915.60	-S/33,915.60
INGRESOS		S/208,650.00	S/192,600.00	S/192,600.00	S/192,600.00	S/192,600.00
TOTAL	-S/339,156.00	S/174,734.40	S/158,684.40	S/158,684.40	S/158,684.40	S/158,684.40

VAN= S/ 206,735.24

TIR= 39%

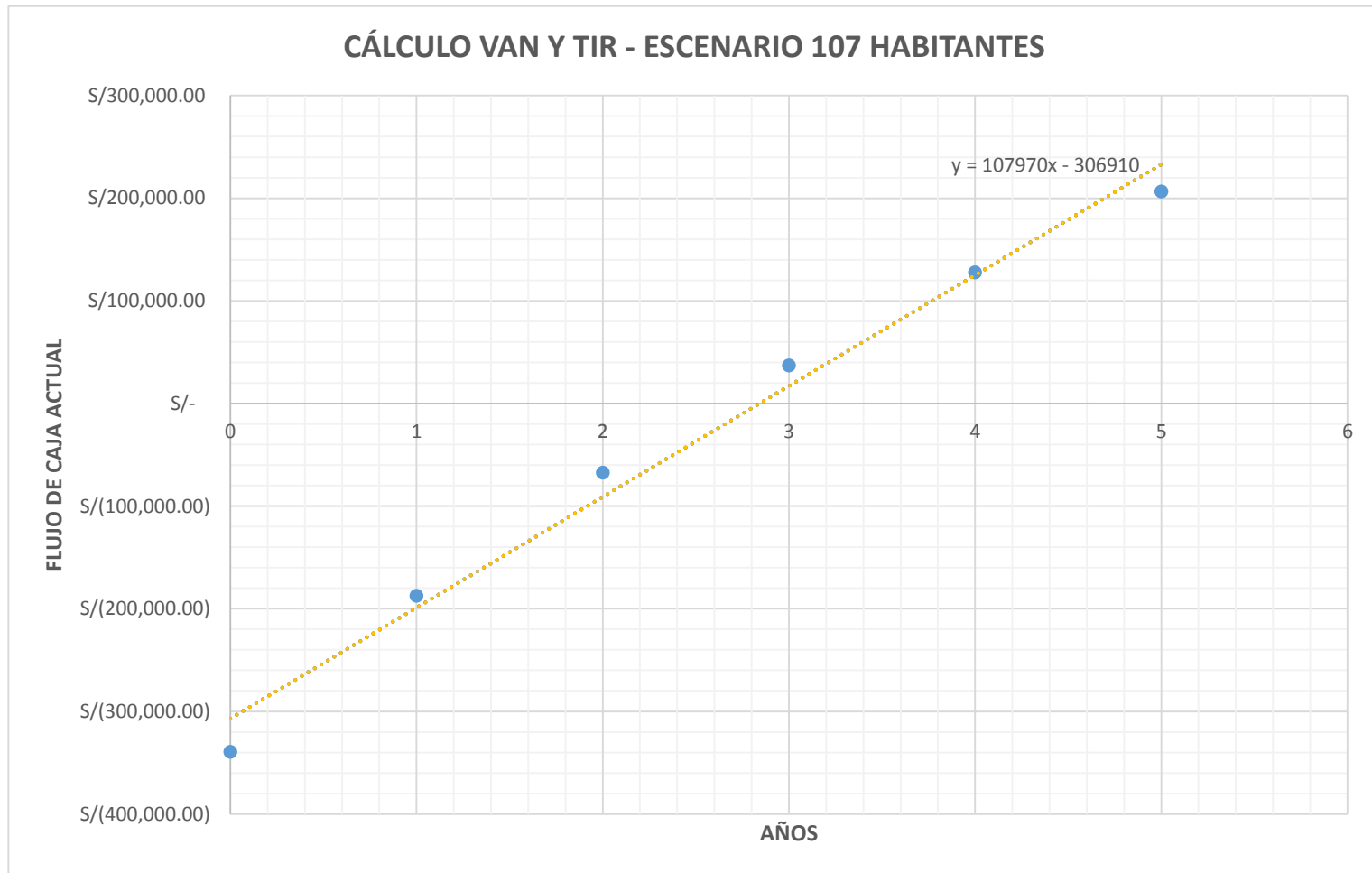
Se comprueba el tiempo de recuperacion para 107 usuarios:

AÑO		FLUJO EFECTIVO NETO	FACTOR		FLUJO ACTUAL		FLUJO ACUMULADO
0	-S/	339,156.00	1	-S/	339,156.00	-S/	339,156.00
1	S/	174,734.40	1.15	S/	151,942.96	-S/	187,213.04
2	S/	158,684.40	1.3225	S/	119,988.20	-S/	67,224.84
3	S/	158,684.40	1.520875	S/	104,337.57	S/	37,112.73
4	S/	158,684.40	1.74900625	S/	90,728.32	S/	127,841.05
5	S/	158,684.40	2.011357188	S/	78,894.19	S/	206,735.24

Se grafica el **Flujo Acumulado** y los **Años**, en los ejes y e x del plano cartesiano respectivamente a fin de poder obtener la regresion lineal y observar el tiempo en el que se alcance a recuperar lo invertido

La ecuacion de regresion lineal obtenida es: $y = 107970x - 306910$, donde $y = \text{Flujo acumulado}$ e $x = \text{Años}$

EL tiempo de recuperacion de la inversion es de: **2 años y 11 meses**



Se calcula el VAN y TIR con las siguientes condiciones iniciales

- Cantidad de años: 5 Años
- Número de Usuarios: 214 usuarios
- Precio Mensual: S/150.00
- Precio instalación: S/ 150.00
- Tasa de interés: 15%
- Costos Operativos anuales de mantenimiento y operación del 10%

AÑO	0	1	2	3	4	5
EGRESOS	-S/339,156.00	-S/33,915.60	-S/33,915.60	-S/33,915.60	-S/33,915.60	-S/33,915.60
INGRESOS		S/417,300.00	S/385,200.00	S/385,200.00	S/385,200.00	S/385,200.00
TOTAL	-S/339,156.00	S/383,384.40	S/351,284.40	S/351,284.40	S/351,284.40	S/351,284.40

VAN= S/ 952,733.45

TIR= 106%

Se comprueba el tiempo de recuperacion para 107 usuarios:

AÑO		FLUJO EFECTIVO NETO	FACTOR	FLUJO ACTUAL	FLUJO ACUMULADO
0	-S/	339,156.00	1	-S/ 339,156.00	-S/ 339,156.00
1	S/	383,384.40	1.15	S/ 333,377.74	-S/ 5,778.26
2	S/	351,284.40	1.3225	S/ 265,621.47	S/ 259,843.21
3	S/	351,284.40	1.520875	S/ 230,975.20	S/ 490,818.41
4	S/	351,284.40	1.74900625	S/ 200,848.00	S/ 691,666.40
5	S/	351,284.40	2.011357188	S/ 174,650.43	S/ 866,316.84

Se grafica el **Flujo Acumulado** y los **Años**, en los ejes y e x del plano cartesiano respectivamente a fin de poder obtener la regresion lineal y observar el tiempo en el que se alcance a recuperar lo invertido

La ecuacion de regresion lineal obtenida es: $y = 238591x - 269192$, donde $y = \text{Flujo acumulado}$ e $x = \text{Años}$

EL tiempo de recuperacion de la inversion es de: **1 año y 2 meses**

