

Propuesta de Diseño de Implementación de un Nodo de Telecomunicaciones Para la Ampliación de Cobertura de Fibra Óptica del servicio de Internet en el Centro Poblado de Chosica

Item Type	info:eu-repo/semantics/bachelorThesis
Authors	Palla Aragon, Carlos Gerardo; Kohatsu Shiroma, Carlos Enrique
Publisher	Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)
Rights	info:eu-repo/semantics/openAccess
Download date	04/11/2025 14:59:41
Item License	http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Link to Item	http://hdl.handle.net/10757/674506



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Propuesta de Diseño de Implementación de un Nodo de Telecomunicaciones
Para la Ampliación de Cobertura de Fibra Óptica del servicio de Internet en el
Centro Poblado de Chosica

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el título profesional de Ingeniero Electrónico

AUTOR(ES)

Kohatsu Shiroma, Carlos Enrique (0009-0002-2490-9131)

Palla Aragón, Carlos Gerardo (0009-0003-8668-7121)

ASESOR

Medina Pérez, Gerald Paul (0009-0006-2355-0525)

Lima, 21 de Junio de 2024

DEDICATORIA

A nuestros padres por su contante apoyo y paciencia.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Peruana de Ciencias aplicadas por todo el soporte para la generación de este documento.

RESUMEN

Debido a la creciente demanda de diversos servicios de telecomunicaciones; como internet, ciberseguridad, data center, servicios cloud, entre otros, para el sector empresarial y entidades estatales; es crítico como empresa del rubro contar con un nodo o Punto de Presencia (Nodo) cercano a las zonas de interés, así como un despliegue de fibra óptica para una red primaria y posterior crecimiento, los cuales permitirán ser el primer punto de interconexión centralizado con los clientes dentro de la infraestructura de un Proveedor de Servicios de Internet (ISP).

La presente propuesta de Diseño de Implementación de un Nodo de Telecomunicaciones Para la Ampliación de Cobertura de Fibra Óptica del servicio de Internet en el Centro Poblado de Chosica tiene como objetivo mostrar los criterios y buenas prácticas utilizadas para el diseño del nodo y la distribución de una red de fibra óptica primaria que permitirá transferir datos a alta velocidad.

A nivel de la implementación del nodo se contempla la parte de energía eléctrica donde se tendrá en cuenta la autonomía, la protección frente a variaciones eléctricas, tipo de baterías; y a nivel de climatización se validará el sistema adecuado para que los equipos de networking puedan trabajar en las condiciones adecuadas.

A nivel de despliegue de fibra óptica se tomará en cuenta el tipo de fibra óptica a utilizar y sus características. Se mostrará una topología de una red primaria que iniciará su despliegue de fibra óptica desde un nodo existente hasta el nodo en el centro poblado de Chosica, se ubicará cajas de empalmes en zonas estratégicas para el crecimiento en la zona; del mismo modo se menciona las buenas prácticas de construcción para la posterior activación de los servicios y mantenimientos.

Palabras clave: Telecomunicaciones; Fibra óptica; Nodo; Energía; Red; Telecomunicaciones; Cobertura; Internet.

Proposal for the Design and Implementation of a Telecommunications Node for the Expansion of Fiber Optic Coverage of the Internet Service in the Center of Chosica

ABSTRACT

Due to the increasing demand for various telecommunication services; such as internet, cybersecurity, data center, cloud services, among others, for the business sector and state entities; It is critical as a company in the sector to have a node or Point of Presence (Node) close to the areas of interest, as well as a fiber optic deployment for a primary network and subsequent growth, which will allow it to be the first centralized interconnection point with customers within the infrastructure of an Internet Service Provider (ISP).

The present proposal for the Implementation Design of a Telecommunications Node for the Expansion of Fiber Optic Coverage of the Internet service in the Center of Chosica aims to show the criteria and good practices used for the design of the node and the distribution of a Primary fiber optic network that will allow high-speed data transfer.

At the level of the implementation of the PoP, the electrical energy part is contemplated where autonomy, protection against electrical variations, type of batteries will be taken into account; and at the air conditioning level, the appropriate system will be validated so that the networking equipment can work in the appropriate conditions.

At the fiber optic level, the type of optical fiber to be used and its characteristics will be taken into account. A topology of a primary network will be shown that will begin its fiber optic deployment from an existing node to the node in the town center of Chosica, Optical network terminals will be located in strategic areas for growth in the area; Likewise, recommended construction practices are mentioned for the subsequent activation of services and maintenance.

Keywords: Telecommunications; Optical fiber; PoP; Energy

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorioacademico.upc.edu.pe

Fuente de Internet

2%

2

www.promax.es

Fuente de Internet

1%

3

dspace.unl.edu.ec

Fuente de Internet

1%

4

Submitted to
[consultoriadeserviciosformativos](#)

Trabajo del estudiante

1%

5

sites.google.com

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.unp.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

www.gob.pe

Fuente de Internet

1%

8

www.redestelecom.es

Fuente de Internet

1%

9

repositorio.umsa.bo

Fuente de Internet

TABLA DE CONTENIDOS

1	CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROYECTO	11
1.1	ANTECEDENTES	11
	FIGURA 1	12
1.2	DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN	13
	FIGURA 2	14
1.3	ANÁLISIS DEL PROBLEMA.....	14
1.4	OBJETIVOS	15
1.4.1	GENERAL	15
1.4.2	ESPECÍFICOS	15
1.5	PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	15
	FIGURA 3	17
2	CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO	18
2.1	MARCO CONCEPTUAL	18
2.2	NODO O POP (POINT OF PRESENCE).....	18
2.2.1	EQUIPAMIENTO DE RED.....	18
	FIGURA 4	18
	FIGURA 5	19
	FIGURA 6 <i>VISTA DE DIVERSOS TRANSCEIVER DE DIFERENTES</i>	
	<i>CAPACIDADES.</i>	19
2.2.2	SISTEMAS DE ENERGÍA	20
	FIGURA 8	22
2.3	SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN	25
2.3.1	TIPO DE AIRE ACONDICIONADO.....	27
2.4	FIBRA ÓPTICA	29

2.4.1	FIBRA ÓPTICA MONOMODO	31
2.4.2	FIBRA ÓPTICA MULTIMODO	31
2.5	TIPOS DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA	32
2.5.1	ADSS	33
2.5.2	OPGW	33
2.6	ELEMENTOS MECÁNICOS PARA LA SUJECCIÓN, EMPALME DE FIBRA ÓPTICA Y ORDENAMIENTO DE FIBRA ÓPTICA.	34
2.7	CONECTORES Y EMPALMES DE FIBRA ÓPTICA.....	36
2.7.1	TIPOS DE CONECTORES	38
2.7.2	TIPOS DE PULIDOS DE FIBRA ÓPTICA	41
2.8	ESTÁNDARES, FRAMEWORKS Y BUENAS PRÁCTICAS	42
2.9	BASES LEGALES Y MARCO NORMATIVO	43
3	CAPÍTULO 4: DESARROLLO DEL PROYECTO.....	44
3.1	DISEÑO DE LA SOLUCIÓN	44
3.1.1	DISEÑO DEL NODO.	44
3.1.2	DISEÑO DE DESPLIEGUE DE FIBRA ÓPTICA.	56
3.2	DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN	61
3.2.1	IMPLEMENTACIÓN DEL NODO	61
3.2.2	DESPLIEGUE DE LA FIBRA ÓPTICA	64
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
4.1	CONCLUSIONES.....	66
4.2	RECOMENDACIONES	67
5	REFERENCIAS	67

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Lista de potenciales usuario en la ciudad de Chosica.</i>	12
Tabla 2	<i>Tabla resumen de la distribución de puertos.</i>	50
Tabla 3	<i>Tabla comparativa de una batería de LiFePO4 vs cuatro baterías de ácido plomo.</i>	52
Tabla 4	<i>Tabla comparativa de autonomía dependiendo de los Ah de la batería.</i>	54
Tabla 5	<i>Tabla de parámetros de la ficha de un proveedor de gabinetes exteriores.</i>	55
Tabla 6	<i>Tabla resumen de la cantidad de postes proyectadas y el propietario de acuerdo con la información del catastro.</i>	60
Tabla 7	<i>Tabla de la cantidad de espacio que ocupa cada elemento dentro del gabinete.</i>	62
Tabla 8	<i>Tabla donde se listan los permisos requeridos.</i>	64
Tabla 9	<i>Lista de materiales requeridos para el despliegue de la fibra óptica.</i>	65
Tabla 10	<i>Tabla de atenuaciones aceptada para la entrega de enlace.</i>	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Ubicación Geográfica De Potenciales Usuario En La Ciudad De Chosica.</i>	12
Figura 2	<i>Organigrama resumido de la empresa de telecomunicaciones.</i>	14
Figura 3	<i>Diagrama de Gantt del proyecto.</i>	17
Figura 4	<i>Vista frontal del Switch Huawei de 48 Puertos SFP.</i>	18
Figura 5	<i>Diagrama de transmisión de datos donde el tráfico de subida (upstream) y bajada (downstream) van por diferentes longitudes de onda.</i>	19
Figura 6	<i>Vista de diversos transceiver de diferentes capacidades.</i>	19
Figura 7	<i>Diagrama general del sistema de Energía DC de la marca Eltek.</i>	21
Figura 8	<i>Vista de frontal de sistema de energía de corriente continua.</i>	22
Figura 9	<i>Esquema general del funcionamiento de un UPS del tipo doble conversión en línea.</i>	23
Figura 10	<i>Vista de una batería de plomo ácido de 12V.</i>	24
Figura 11	<i>Vista de una batería LiFePO4.</i>	25
Figura 12	<i>Diagrama de funcionamiento de un sistema de refrigeración.</i>	26
Figura 13	<i>Vista de un equipo de aire acondicionado tipo Split.</i>	27
Figura 14	<i>Vista de equipamiento de aire acondicionado de precisión.</i>	28
Figura 15	<i>Vista de un gabinete externo con un sistema de refrigeración embebido a la puerta.</i>	29
Figura 16	<i>Corte transversal de un cable de fibra óptica.</i>	31
Figura 17	<i>Diámetro de núcleo de Fibra Óptica.</i>	32
Figura 18	<i>Corte transversal de fibra óptica del tipo ADSS.</i>	33
Figura 19	<i>Corte transversal de fibra óptica del tipo OPGW.</i>	34
Figura 20	<i>Cajas de empalme de fibras ópticas o mufa.</i>	34
Figura 21	<i>Vista frontal de un odf.</i>	35
Figura 22	<i>Cruceta instalada en poste.</i>	35
Figura 23	<i>Elemento de retención instalado en un poste.</i>	36
Figura 24	<i>Elemento de suspensión instalado en un poste.</i>	36
Figura 25	<i>Tipo de conectores de Fibra Óptica.</i>	38
Figura 26	<i>Conector tipo FC.</i>	39
Figura 27	<i>Conector tipo LC.</i>	40
Figura 28	<i>Conector tipo SC.</i>	41
Figura 29	<i>Tipos de pulido.</i>	42

Figura 30	<i>Esquema de las tareas para completar el diseño de la solución.</i>	44
Figura 31	<i>Vista de módulos SFP de 1.25Gbps.</i>	45
Figura 32	<i>Zona donde tendremos que buscar el nodo.</i>	45
Figura 33	<i>Ubicación y radio de cobertura del nodo seleccionado.</i>	46
Figura 34	<i>Mapa hidrológico de las zonas en peligro.</i>	46
Figura 35	<i>Vista de gabinete de exteriores.</i>	47
Figura 36	<i>Proyección de gabinete de ubicación de gabinete.</i>	48
Figura 37	<i>Diagrama donde se muestra la velocidad de la troncal y de manera general la topología de red hasta la salida del internet.</i>	49
Figura 38	<i>Diagrama donde se compara el crecimiento por cada cliente de 40Mbps vs el tope del enlace troncal hacia la red del ISP.</i>	50
Figura 39	<i>Vista frontal del Switch Huawei de 48 Puertos SFP.</i>	50
Figura 40	<i>Vista de frontal de sistema de energía de corriente continua.</i>	51
Figura 41	<i>Imagen de ficha técnica del Switch Huawei de 48 Puertos SFP donde se aprecia el espacio que requiere en RU.</i>	53
Figura 42	<i>Imagen de ficha técnica del Switch Huawei de 48 Puertos SFP donde se aprecia el consumo promedio y máximo en Watts.</i>	53
Figura 43	<i>Resultado de cálculo referencial por medio de una calculadora de BTU.</i>	55
Figura 44	<i>Vista de aire acondicionado embebido en la puerta del gabinete.</i>	55
Figura 45	<i>Figura de documento informativo de ENEL sobre las distancias mínimas de seguridad (DMS).</i>	56
Figura 46	<i>Imagen de referencia donde se muestra a aproximadamente cuanta distancia se debe instalar un elemento de retención y suspensión.</i>	57
Figura 48	<i>Imagen de una sección de un catastro con información de infraestructura existente y la proyección de tendido.</i>	59
Figura 49	<i>Vista de ruta referencial proyectada.</i>	60
Figura 50	<i>Distribución de cajas de empalme en la carretera central para poder habilitar futuros clientes.</i>	61
Figura 51	<i>Vista de base de concreto para instalación de un gabinete externo.</i>	62
Figura 52	<i>Diagrama general donde se muestra la distribución de equipos: 1. PDU's, 2. Sistema de Energía, 3. Batería de Litio LiFePO4, 4. Switch, 5.ODF.</i>	62
Figura 53	<i>Diagrama referencial para el cálculo del ITM requerido.</i>	63

Figura 54 Diagrama donde se muestra la ubicación del sangrado para dejar filamentos libres para nuevas habitaciones en cada uno de estos se dejará una caja terminal. 64

1 CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES

En la actualidad existe un requerimiento de ampliar la cobertura de servicios de internet en Chosica, capital del distrito de Lurigancho-Chosica; dado que se cuenta con una necesidad para la atención de Entidades del Estado, empresas y PYMEs.

Según el cuadro mostrado (referencia) se presentan los clientes con necesidad en dicha zona que en muchos casos pertenecen a clientes con múltiples sedes y requieren atención a todas sus sedes para cerrar la oportunidad. Actualmente la cobertura llega hasta Santa María de Huachipa en el distrito de Lurigancho-Chosica a más de 25 km (referencias) de Chosica por lo que potenciales clientes presentan mayores dificultades para ser atendidos desde Huachipa, impactando en los tiempos y costos de implementación, en la atención de avería y volviéndose más vulnerable a incidencias por las distancias de la fibra óptica y donde cada incidencia impacta en la disponibilidad del servicio.

El tema de internet se ha vuelto prioridad dado que la pandemia del COVID-19 marcó un antes y un después en la transformación digital en el Perú y actualmente está siendo fuertemente priorizado tanto por entidades gubernamentales, empresas y PYMEs para mejorar la eficiencia, productividad en la operación y la prestación de mejores servicios y crecimiento económico. Tanto así que en julio del 2023 el Gobierno Peruano, publicó la “Política Nacional de Transformación Digital al 2030 (PNTD)” que indica los lineamientos y metas para conseguir la transformación digital. Donde entre los seis objetivos principales, tres de ellos están estrechamente asociados a la conectividad para Entidades del Estado y PYMEs:

Objetivo Prioritario 1 (OP1): Conectividad digital. Realizar acciones que garanticen el acceso al entorno digital y buscar impactar en la calidad del servicio y la conexión a internet.

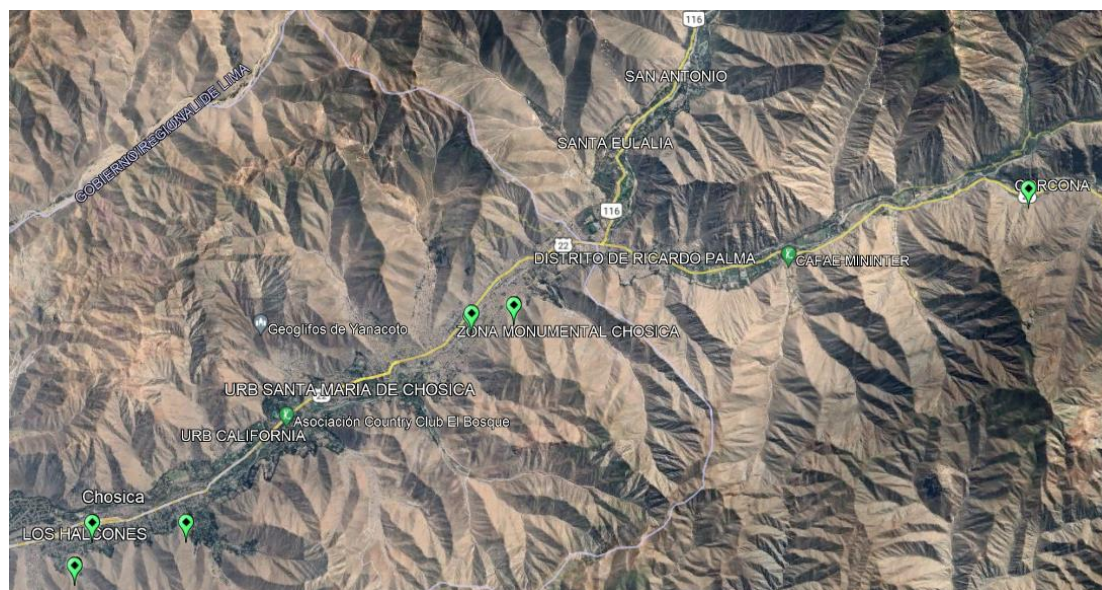
Objetivo Prioritario 2 (OP2): Economía digital. Fortalecer la inclusión financiera digital y transformación digital a las PYMEs.

Objetivo Prioritario 3 (OP3): Gobierno digital. Realizar acciones que garanticen el acceso de servicios públicos digitales inclusivos, predictivos y empáticos con la ciudadanía.

(Presidencia de Consejo de Ministros. s.f. *Transformación digital en el Perú.*)

Figura 1

Ubicación Geográfica De Potenciales Usuario En La Ciudad De Chosica.



Nota: Los potenciales usuarios son sedes de entidades gubernamentales y empresas privadas que mostraron interés en contar con los servicios de la empresa.

Tabla 1

Lista de potenciales usuario en la ciudad de Chosica.

Ciente	LNG	LAT
Contraloría General De La República	-76.77170	-11.98372
Conelsur	-76.76825	-11.97552
Dirección De Redes Integradas De Salud Lima Este	-76.74984	-11.97545
Caja Arequipa	-76.69409	-11.93600
Tiendas Aruma	-76.69393	-11.93550

Dirección De Redes Integradas De Salud Lima Este	-76.68566	-11.93392
--	-----------	-----------

Del mismo modo como se menciona en el OP3 se busca garantizar los servicios públicos; por ejemplo, en el sector salud con ayuda de la tecnología, los profesionales de la salud a nivel nacional efectuaron 14 013 689 atenciones a través de la telemedicina. Esto fue impulsado por el en el 2020 por el Ministerio de Salud (Minsa), debido a la pandemia global del COVID-19 a fin de brindar una atención oportuna a la población, evitando el desplazamiento a los establecimientos de salud y disminuyendo el contagio. (Ministerio de Salud. 2024, 14 de mayo. *Minsa fortalece el acceso a servicios de salud a través de la telemedicina mediante la aprobación de nuevas normativas*)

En conclusión, parte importante para la transformación digital es el acceso a internet la cual se basa en la infraestructura de ISPs que deben tener la capacidad de conectar múltiples sedes de manera segura y confiable. En este trabajo se busca presentar el diseño y desarrollo de ampliación de cobertura de fibra óptica para servicios de alta velocidad que permitirá conectar a los futuros usuarios y aumentar el despliegue a nuevos puntos en la localidad de Chosica.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

La empresa multinacional pertenece al rubro de telecomunicaciones brindando servicios de conectividad, ciberseguridad, datacenter y cloud y cuenta con más 3,000 km de fibra óptica desplegada en Lima y diversas ciudades del Perú; más de 50 nodos distribuidos en todo el Perú, así como data centers en Lima con certificaciones Tier III.

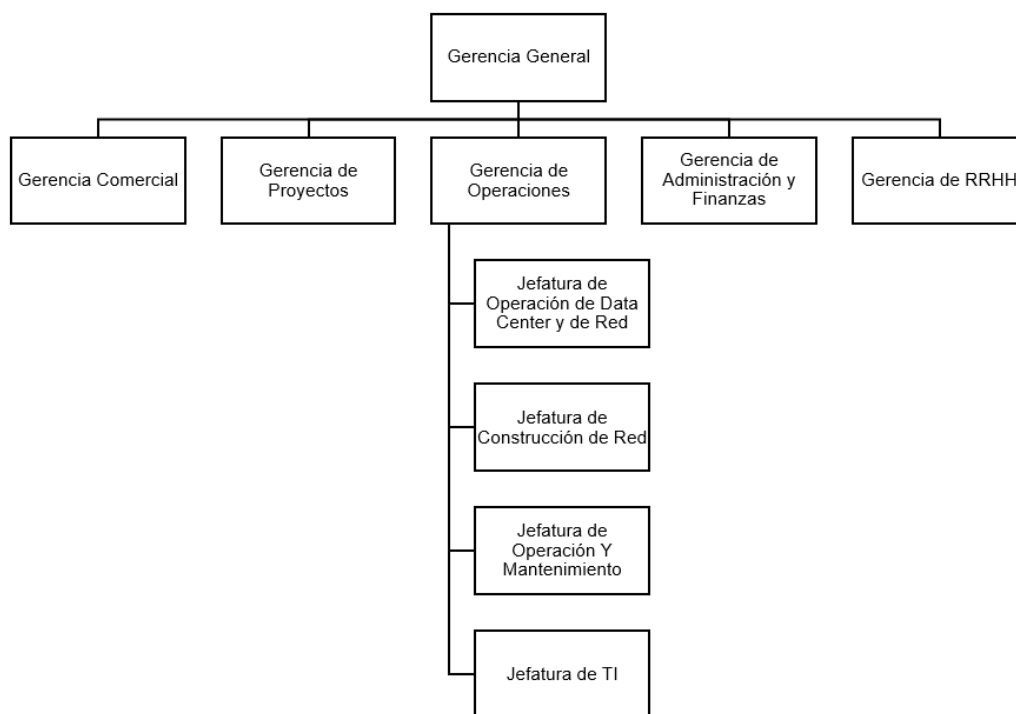
Como toda empresa esta tiene diversas gerencias en este caso particular nos abocaremos al área de operaciones donde se realizará el diseño, construcción, operación y mantenimiento de dicho proyecto. Brevemente se describe la función de cada jefatura:

- Construcción de Red: Encargado de la etapa de diseño y construcción a nivel de red, planta externa y sitios técnicos.

- Operación de Data Center y de Red: Encargada de la operación y mantenimiento de la red a nivel MPLS y data center. Responsables de la recepción de infraestructura nueva de acuerdo con las pruebas de calidad.
- Operación de Operación y Mantenimiento: Encargada de la operación y mantenimiento de la red a nivel PEXT y Sitios Técnicos. Responsables de la recepción de infraestructura nueva de acuerdo con las pruebas de calidad.

Figura 2

Organigrama resumido de la empresa de telecomunicaciones.



Nota. Organigrama referencial enfocado en la parte operativa.

1.3 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Existe una gran oportunidad de potenciales negocios que están siendo perdidos por falta de cobertura y altos costos de instalación por lejanía al punto más cercano.

Para poder cubrir dichas zonas se requiere la implementación de un nodo, instalación de equipos de red y realizar un despliegue primario de FO.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 GENERAL

Implementación de nodo y despliegue de red primaria para ampliar la cobertura de conectividad hasta la localidad de Chosica capital del distrito Lurigancho-Chosica para poder atender una demanda de servicios de internet para PYMEs, empresas y entidades del estado.

1.4.2 ESPECÍFICOS

1. Dimensionar la capacidad adecuada para los equipos de red a instalar de acuerdo con la necesidad comercial de la zona.
2. Dimensionar a nivel de energía las capacidades del nodo para brindar la autonomía adecuada de acuerdo con el consumo de equipos.
3. Definir ubicación del nodo de acuerdo con la demanda comercial, facilidades geográficas, niveles de rentabilidad y características técnicas.
4. Dimensionar a nivel de climatización las capacidades del nodo para mantener los equipos de red a la temperatura adecuada de acuerdo con el espacio disponible.
5. Diseñar la red primaria de fibra óptica para la conectividad de acuerdo con los estándares del operador.
6. Implementación de nodo y construcción de red primaria, de acuerdo con lo planificado.

1.5 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

Se estima que la duración del proyecto sea 40 semana dividida en las siguientes fases que se describirán a continuación:

Fases 1: Ingeniería y Diseño

En esta etapa se realizará el dimensionamiento, diseño e ingeniería a detalle de los requerimientos para poner en marcha el nodo y las consideraciones

para el despliegue de fibra óptica primaria que permitirá el crecimiento ordenado de la red.

Fase 2: Planificación

En esta etapa se busca programar la adquisición de los equipos requeridos; así como buscar la ubicación idónea para el Nodo, concretando a nivel legal y comercial dicho espacio para iniciar las adecuaciones. Finalmente, con el sitio técnico definido, se iniciará la planificación del tendido de fibra óptica.

Fase 3: Ejecución y Optimización

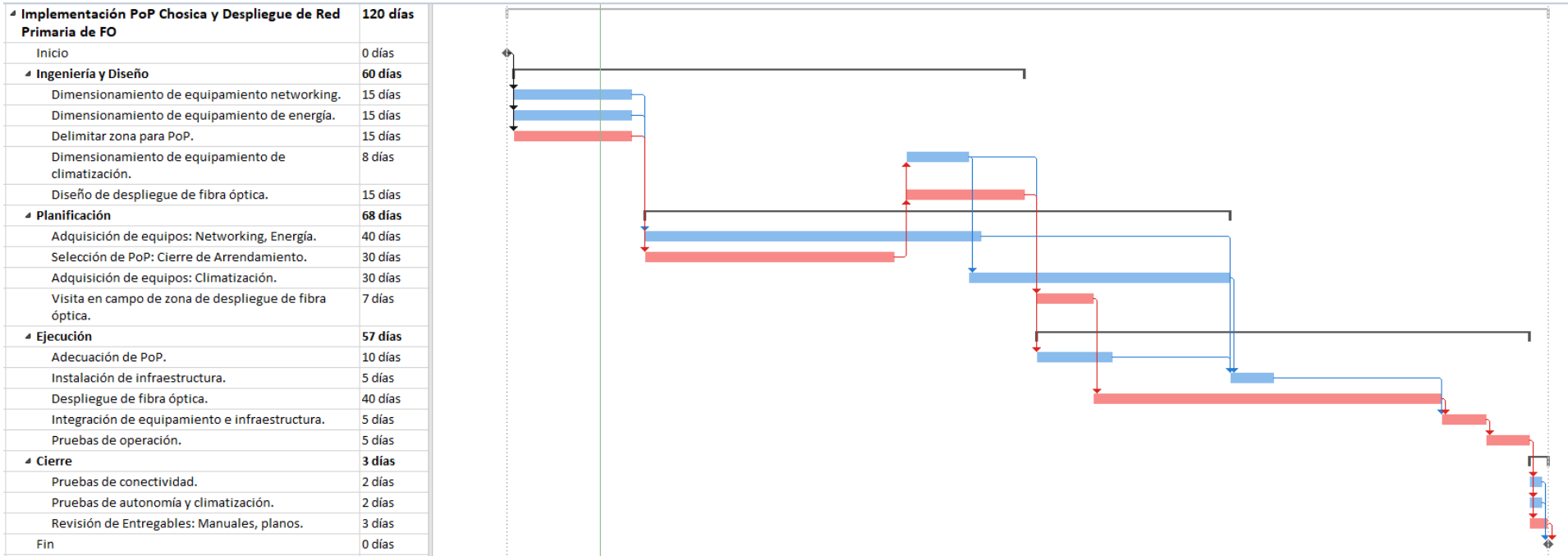
En esta etapa se inicia la implementación del Nodo y el despliegue de la fibra óptica donde realizaremos el seguimiento y control de las tareas constructivas de acuerdo con cronograma alertando desviaciones de costo y/o tiempo. Así como la ejecución de las pruebas de aceptación.

Fase 4: Cierre

Finalmente, en esta etapa se realizará la entrega tanto del Nodo como la infraestructura primaria de fibra óptica a las áreas que la operarán. Dicha entrega implica documentación, pruebas, planos y digitalización de la construcción.

Figura 3

Diagrama de Gantt del proyecto.



2 CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL

En este capítulo se presentarán las tecnologías y componentes mecánicos disponibles que permitirán la implementación del nodo, así como los elementos necesarios para el despliegue de la fibra óptica y conexión con los equipos lógicos; siempre tomando en cuenta las condiciones disponibles para seleccionar los elementos más adecuados.

2.2 NODO O POP (POINT OF PRESENCE)

En esta sección nos abocaremos a los elementos para la implementación del nodo, el cual describiremos como la ubicación física donde se encuentran los equipos de comunicación e interconectan con otros puntos permitiendo la salida al internet.

En este espacio físico se instalarán los equipos de red, el sistema de energía que alimentará al nodo, el sistema de climatización y que también recibirá la entrada de la fibra óptica que conectará con la red de nodos del ISP. (<https://networkencyclopedia.com/>)

2.2.1 EQUIPAMIENTO DE RED

En esta sección se mencionan brevemente los elementos que permitirán la conexión lógica con la red del ISP y que se instalarán en el nodo.

2.2.1.1 SWITCH DE RED

Es un dispositivo que permite la conexión de varios equipos lógicos dado que cuentan con múltiples puertos y permite la comunicación mediante transferencia de paquetes.

Figura 4

Vista frontal del Switch Huawei de 48 Puertos SFP.



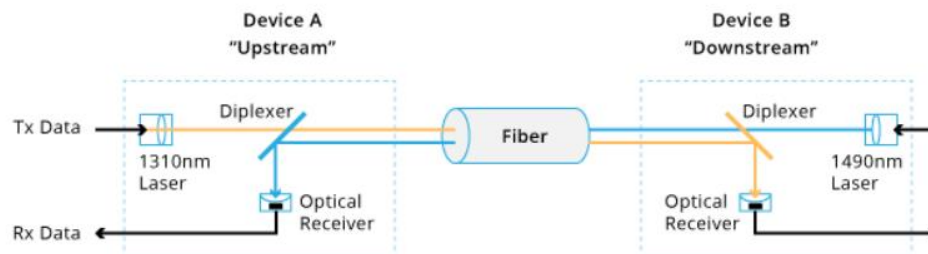
(<https://e.huawei.com>)

2.2.1.2 TRANSCEPTOR SFP BIDIRECCIONAL

Es un módulo que permite la comunicación a través de la fibra óptica transformando la señal óptica en eléctrica y viceversa. En este caso se menciona BiDireccional dado que procesa la transmisión y recepción de datos por el mismo puerto de fibra óptica, esto se debe a que transmite y recibe en diferentes longitudes de onda.

Figura 5

Diagrama de transmisión de datos donde el tráfico de subida (upstream) y bajada (downstream) van por diferentes longitudes de onda.



(<https://community.fs.com/es/article/a-brief-introduction-of-bidi-sfp-transceiver.html>)

Figura 6

Vista de diversos transceiver de diferentes capacidades.



(<https://fibconet.com/es>)

2.2.2 SISTEMAS DE ENERGÍA

Estos sistemas tienen como función principal brindar un flujo de energía constante aun cuando la fuente primaria presente fallas, para esto se apoyan controlando baterías externas que de acuerdo con la necesidad se puede diseñar para aumentar la autonomía requerida.

Estos sistemas también permiten el control de otros fallos como sobretensiones de voltaje, picos de tensión, inestabilidad en la frecuencia y distorsiones en la armónica.

Según el escenario que nos encontremos estos sistemas pueden recibir corriente alterna (CA) o corriente continua (CC) y la transforman y/o estabilizan en CA o CC estable según sea la necesidad de los equipos.

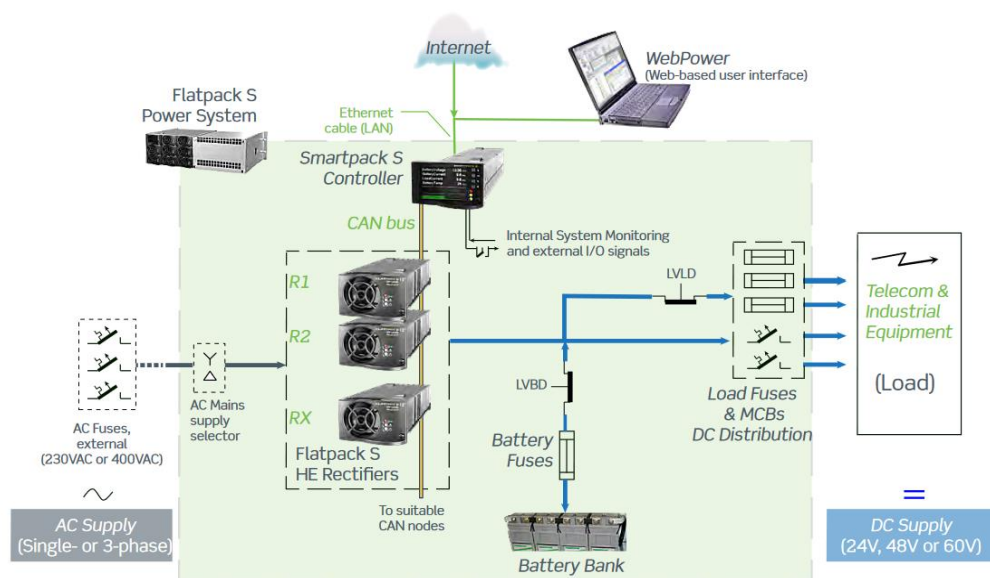
2.2.2.1 SISTEMAS DE ENERGÍA DC

Los sistemas de energía DC tienen diferentes componentes modulares cada uno de ellos con funciones específicas; como el caso de los módulos rectificadores que reciben corriente alterna (CA) y la transforman en corriente

continua (CC) brindándonos un voltaje; por ejemplo, de 48 voltios que es utilizado por muchos equipos de telecomunicaciones. Estos módulos rectificadores se conectan a un módulo supervisor que funciona como interfaz entre el usuario y el sistema de energía permitiendo el monitoreo y control. Así como son los encargados de controlar la carga de las baterías externas.

Figura 7

Diagrama general del sistema de Energía DC de la marca Eltek.



(ELTEK. *User Guide Smartpack S Controller*. s.f.)

Estas soluciones son escalables y compactas dado que no ocupan mucho espacio y se pueden cambiar en caliente en caso de incidentes.

Figura 8

Vista de frontal de sistema de energía de corriente continua.



(Eaton. 3G Access Power Solutions - APS6-600 Series s.f.)

2.2.2.2 SISTEMAS DE ENERGÍA AC

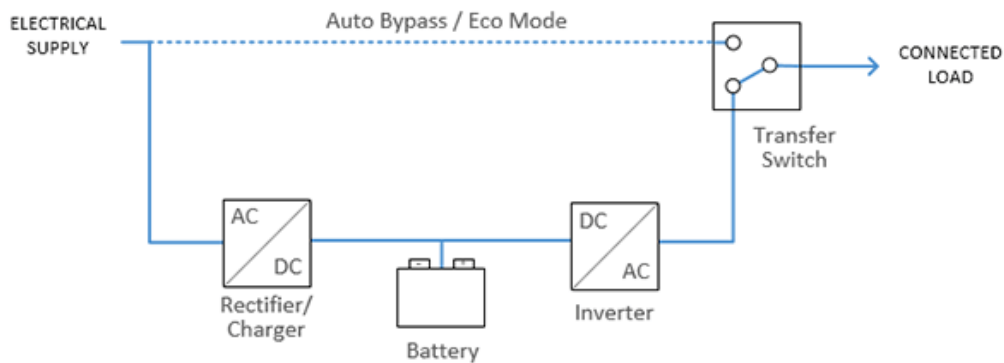
Principalmente se hace referencia a los suministros ininterrumpidos de energía (UPS) que cuentan con diferentes tipos: standby, línea interactiva y doble conversión en línea. En este caso explicaremos la tecnología de Doble Conversión en Línea, en esta tecnología la corriente alterna (CA) entrante se convierte en corriente continua (CC) y nuevamente se convierte a corriente alterna (CA) lo que ayuda aislar la carga de las irregularidades de la red comercial entrante brindando una CA limpia de interferencias.

En resumen, el UPS luego de la primera conversión de CA a CC, toma la corriente continua (CC) para cargar la batería. Si se presentase una falla de energía comercial y/o baja tensión, la batería toma control brindando corriente continua al inversor que transformará la corriente continua (CC) en corriente alterna (CA) estable sin perturbaciones, sin armónicos y distorsiones de la onda

esto permite que los equipos de telecomunicaciones y red funcionen adecuadamente.

Figura 9

Esquema general del funcionamiento de un UPS del tipo doble conversión en línea.



(<https://tripplite.eaton.com/products>, s.f.)

2.2.2.3 BATERÍAS EXTERNAS

Es crítico para el nodo o PoP que cuente con autonomía suficiente para que funcione si falla la energía comercial, es por esto se requieren baterías que permitan alimentarlas y extender su funcionamiento hasta que la energía comercial se restablezca u otra fuente externa entre; por ejemplo, grupos electrógenos.

Estas baterías se componen de tres elementos: cátodo, ánodo y el electrolito que separa los terminales mencionados antes. El electrolito permite pasar la carga eléctrica entre los dos terminales.

Según los componentes químicos tenemos las siguientes baterías comercialmente más usadas en el rubro de telecomunicaciones.

2.2.2.3.1 BATERÍAS DE ÁCIDO - PLOMO

Las baterías de esta tecnología usan celdas de plomo y ácido sulfúrico como electrolito, son las más usadas y disponibles en el mercado por lo que son más accesibles y económicas, utilizadas donde el espacio no es una limitante. Sin embargo, requieren un mantenimiento regular, además su ciclo de vida es más corto por lo que el cambio será más recurrente.

Figura 10

Vista de una batería de plomo ácido de 12V.



(<https://www.panelsolarperu.com/productos/175-bateria-narada-12v-100ah-agm.html>)

2.2.2.3.2 BATERÍAS DE LITIO (LIFEPO4: LITHIUM IRON 4 PHOSPHATE)

Las baterías de litio en general tienen una mayor densidad de energía por lo que son menos voluminosas que las baterías de Ácido – Plomo, requieren menos mantenimiento, su rango de trabajo de temperatura es más amplio y su tiempo de recarga es menor comparada a las de Ácido – Plomo.

Dentro de las baterías de litio tenemos las LiFePO4 y Li-on, en este caso detallamos la LiFePO4 dado que tienen menor riesgo de

inflamabilidad y que su tiempo de recarga es menor que las de Li-on. En el caso de las baterías LiFePO₄, el electrolito mayormente utilizado se compone de sal de litio, por ejemplo: LiPF₆.

Hay que tomar en consideración que, en ambos casos; los costos son muchos más elevados que los de Ácido – Plomo.

Figura 11

Vista de una batería LiFePO₄.



(<https://www.emergente.com.co/blog/producto/bateria-de-litio-48v-100ah-narada/>)

2.3 SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

En esta sección iniciaremos con la explicación básica del sistema de refrigeración que consta de los siguientes elementos principales:

Gas refrigerante: Fluido que se mueve por las cuatro etapas del sistema de refrigeración cambiando su presión y temperatura en cada etapa; permitiendo que absorba calor de un espacio y lo libere en otro. El punto de ebullición de estos fluidos suele ser bajo entre los -40 y -50 grados centígrados.

Compresor: El gas refrigerante ingresa al compresor como un gas cálido, saturado y de baja presión del evaporador, luego el compresor comprime el refrigerante y sale como un gas sobrecalentado a alta presión.

Condensador: El condensador es un serpentín de tuberías que con la ayuda de un ventilador elimina el calor del gas refrigerante que fluye en el serpentín mediante convección. A medida que el gas refrigerante se enfría el gas se condensa en líquido.

El gas refrigerante ingresa al condensador como un gas sobrecalentado a alta presión y sale del condensador como un líquido saturado a alta presión a temperatura normal.

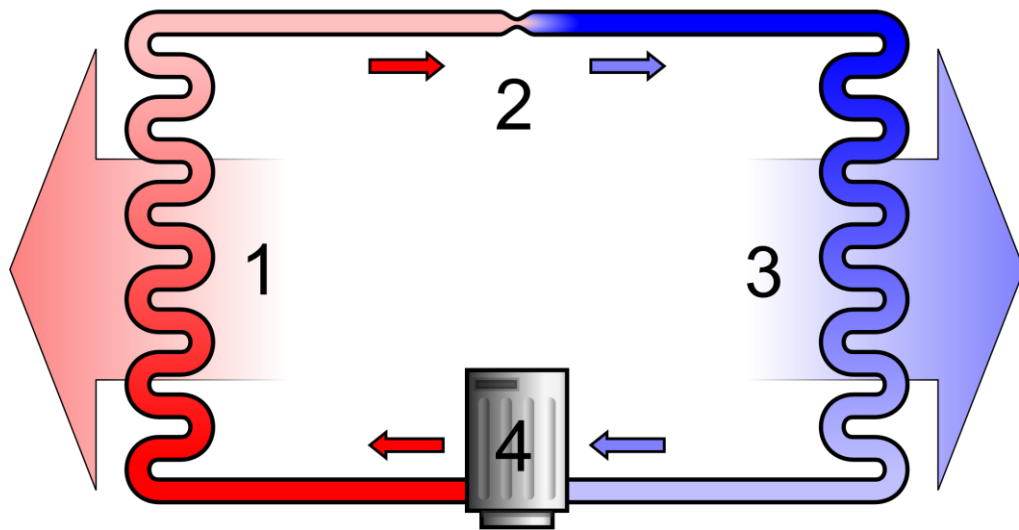
Válvula de Expansión: Este elemento restringe el flujo de refrigerante por lo que el gas refrigerante que ingresa a la válvula de expansión como líquido saturado de alta presión a temperatura regular sale como un líquido frío, saturado y de baja presión.

Evaporador: Este componente también es un serpentín de tuberías; pero aquí el gas que ingresa como líquido frío a baja presión que se evapora de manera rápida por la baja temperatura de ebullición del refrigerante. Este vapor recoge el calor de la habitación y la enfría. El gas refrigerante sale como un gas cálido, saturado y de baja presión con dirección al compresor.

Figura 12

Diagrama de funcionamiento de un sistema de refrigeración.

1. Condensador. 2. Válvula de Expansión. 3. Evaporador. 4. Compresor.



(https://en.wikipedia.org/wiki/Air_conditioning, s.f.)

2.3.1 TIPO DE AIRE ACONDICIONADO

Para el caso de la necesidad del proyecto solo mencionaremos algunos.

Aire acondicionado Split: Este sistema consta de dos partes, un componente interno ubicado en la habitación encargado de enfriar y el exterior que se encarga de expulsar el aire caliente al exterior.

Figura 13

Vista de un equipo de aire acondicionado tipo Split.



(<https://mabeglobal.com/>)

Aire acondicionado tipo Split en imagen el equipo interno (evaporador).

Aire acondicionado de Precisión: Estos equipos son principalmente utilizados en data centers, diseñados para controlar a la vez la temperatura, humedad, circulación y limpieza. Estos equipos trabajan las 24 horas del día durante los 365 días del año.

Figura 14

Vista de equipamiento de aire acondicionado de precisión.



(<https://www.walterroller.de/en/>)

Aire Acondicionados Tipo Mochila: Este tipo de aire acondicionado son utilizados mayormente para enfriar gabinetes exteriores se encuentra embebidos en la misma puerta del gabinete.

Figura 15

Vista de un gabinete externo con un sistema de refrigeración embebido a la puerta.



(<https://www.bttelecomcabinet.com/es/>)

2.4 FIBRA ÓPTICA

En este apartado explicaremos las características de la fibra óptica, elementos mecánicos que permiten su aseguramiento y conexión; tal como conectores que permitirán la comunicación con otros equipos.

La fibra óptica se define como una guía de onda en forma de hilo hecha de un material transparente, está diseñada para cumplir la función principal de transmisión de data a largas distancias, utilizando para esto señales ópticas.

Se utiliza la sílice de pureza alta como principal para su fabricación; haciendo uso de 1 kg. de este material puede producirse más de 20Km. de fibra. Su fabricación se inicia con lingotes cilíndricos de sílice que luego pasan a ser hilos a través un proceso de fusión controlada; una capa protectora se utiliza finalmente para recubrir estos hilos.

La fibra óptica es esencialmente un conductor de luz. La luz se propaga a la máxima velocidad posible a lo largo de este conducto. Según el material que sea utilizado se obtendrán distintas velocidades de propagación, la velocidad máxima $c = 299.792.458 \text{ m/s}$ únicamente se puede obtener en el vacío. En medios distintos la velocidad de propagación será menor. Se conoce como índice de refracción del medio a la relación entre la velocidad de la luz en el vacío y en otro medio

Acorde a las leyes de reflexión y refracción la luz queda atrapada dentro del conducto, según estas leyes explican, al atravesar la frontera entre dos medios transparentes hacia uno de menor velocidad de propagación, la trayectoria de un rayo de luz varia. esto es conocido como la Ley de Snell.

El fenómeno óptico sobre el cual se fundamenta la transmisión de luz dentro del conducto de fibra se llama Reflexión Interna Total, según el cual si un rayo de luz incide con cierto ángulo al momento de pasar la frontera de un medio a otro con índice menor de refracción, la luz no pasara, al ángulo desde el cual el rayo queda atrapado totalmente se le nombra ángulo critico de incidencia

Sumado a los cables, un determinado sistema de transmisión óptico se compone de otros componentes esenciales: El receptor, la fuente de luz y el medio de transmisión.

El medio de transmisión seria la fibra, un elemento fotosensible el receptor, y la fuente de luz generalmente es un láser encargado de iluminar el núcleo. La data por enviar se codifica de modo que un pulso de luz representa 1 y la ausencia de luz represente 0.

Los componentes de la fibra son:

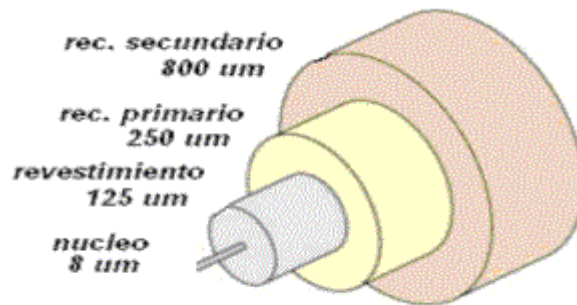
- Núcleo
- Revestimiento
- Capa exterior

Según el tipo de fibra a utilizar, el tamaño del núcleo puede variar, los estándares son $8.3 \mu\text{m}$ (monomodo), $50 \mu\text{m}$ (multimodo) y 62.5

(multimodo). El revestimiento tiene un diámetro de 125 μm . (Jorge Pierri, 2010) Sección de cable de Fibra Óptica.

Figura 16

Corte transversal de un cable de fibra óptica.



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

2.4.1 FIBRA ÓPTICA MONOMODO

Se le denomina Fibra monomodo debido a que solo permite la propagación de un tipo de luz en un determinado momento. El cable de este tipo de fibra normalmente maneja un núcleo de diámetro muy estrecho, entre 8 a 10 μm , pudiendo propagarse a una longitud de onda de 1310 nm y 1550 nm. El tan pequeño tamaño de la fibra tipo monomodo y el hecho de solo manejar un único impulso de luz hacen que se elimine cualquier distorsión que en otros casos se genera por la superposición de estos impulsos de luz.

Es por lo antes expuesto que el cable de fibra monomodo proporciona una menor atenuación de señal y una velocidad más alta de transmisión que cualquier otro cable de fibra. Precisamente por estos motivos es la fibra monomodo la opción utilizada para transmisiones de datos a largas distancias. (Worton,2021)

2.4.2 FIBRA ÓPTICA MULTIMODO

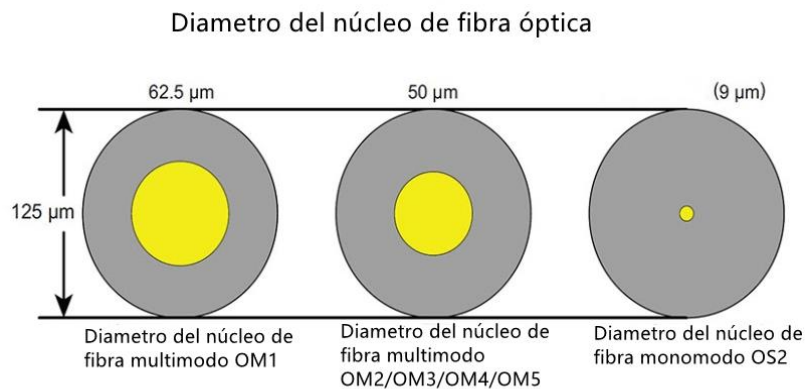
Este tipo de fibra es utilizado principalmente cuando la distancia de comunicación es más corta. La fibra óptica multimodo tiene un

núcleo mayor a la de tipo monomodo, que va entre las 50 o 62,5 micras, este tamaño permite la propagación de múltiples modos de luz, debido a esto se puede transmitir simultáneamente una mayor cantidad de datos a través de su núcleo.

La máxima distancia de transmisión del cable es de aproximadamente 550 m a una velocidad de 10 Gb/s. Es posible transmitir a distancias más largas, pero comprometiendo la velocidad de transmisión de la data, por ejemplo, se puede llegar a 2 km con una velocidad promedio de 100 Mb/s. (Worton,2021)

Figura 17

Diámetro de núcleo de Fibra Óptica.



(<https://community.fs.com/es/article/single-mode-vs-multimode-fiber-whats-the-difference.html>)

En los cables monomodo se utiliza el estándar internacional G.652 que describe la geometría, la mecánica y sus atributos; dentro de su fabricación se ha optimizado las pérdidas por empalmes por lo que tienen una gran atenuación a 1310 nm, 1383 nm y 1550 nm.

2.5 TIPOS DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA

En esta sección veremos dos tipos de cable que son usados para largas distancias, estos cables están conformados por hilos de vidrio protegido por

diferentes capas de protección hasta formar el cable final y ambos al ser material dieléctrico son inmunes a los campos electromagnéticos.

2.5.1 ADSS

Este tipo de cable debido a su construcción permite principalmente la instalación aérea en postes, cuenta con una capa de hilo de aramida y un núcleo de FRP (plástico reforzado de fibra de vidrio) que permite su rigidez. Su diseño donde cada fibra está envuelta de un revestimiento protector brinda protección adicional a la fibra frente a la flexión y aplastamiento.

Figura 18

Corte transversal de fibra óptica del tipo ADSS.



(<https://www.opticomfiber.com/fiber-cable/fiber-optical-cable/adss-fiber-cable-double-jacket-96-core.html>)

2.5.2 OPGW

Estos cables se instalan en líneas de alta transmisión aéreas; cuentan con un tubo central donde se encuentran las fibras ópticas y están revestidas por una cubierta metálica (aluminio o acero) para aumentar la protección que también sirve como cable de tierra para las líneas de transmisión.

Figura 19

Corte transversal de fibra óptica del tipo OPGW.



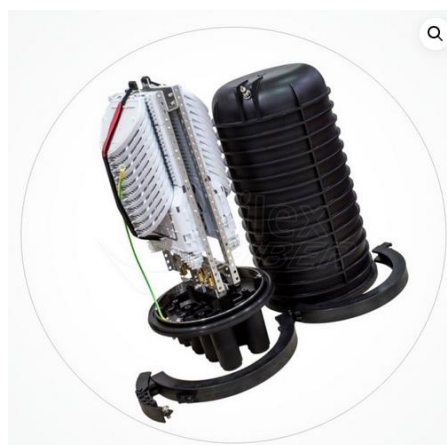
(<https://www.rtho.com/linea-de-productos/2-lltt/02-conductores-y-cables-de-fibra-optica/1-cables-f-o-y-conductoes/opgw-2/>)

2.6 ELEMENTOS MECÁNICOS PARA LA SUJECCIÓN, EMPALME DE FIBRA ÓPTICA Y ORDENAMIENTO DE FIBRA ÓPTICA.

CAJA DE EMPALME: Es un elemento de protección que permite guardar los empalmes entre los diferentes cables de fibra óptica que ingresan a este elemento.

Figura 20

Cajas de empalme de fibras ópticas o mufa.

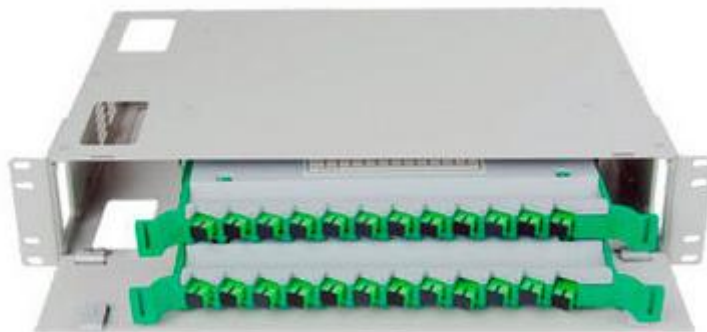


(<https://silexfiber.com/producto/>)

ODF (OPTICAL DISTRIBUTION FRAME): es un componente en las redes de fibra óptica que se utiliza para la terminación, organización y distribución de cables de fibra óptica.

Figura 21

Vista frontal de un odf.



(<https://fibramerica.com/producto/>)

CRUCETA: Elemento que permite enrollar una la fibra óptica para contar con una reserva para atención de incidencias y/o habilitaciones.

Figura 22

Cruceta instalada en poste.



ELEMENTO DE RETENCIÓN: Es un conjunto de elementos instalados que asegura el cable de fibra óptica para un cambio de ángulo o una bajada a canalización.

Figura 23

Elemento de retención instalado en un poste.



ELEMENTO DE SUSPENSIÓN: Es un conjunto de elementos instalados que sostiene el cable de fibra óptica y funciona como pasante para no tensar el cable más de su vano permitido.

Figura 24

Elemento de suspensión instalado en un poste.



2.7 CONECTORES Y EMPALMES DE FIBRA ÓPTICA

Hay 2 formas principales para poder realizar los empalmes de fibra óptica:

1) Uso de Conectores que generan una unión temporal del par de fibras.

2) Generar un empalme de unión permanente entre el par de fibras.

Ante el uso de cualquiera de los métodos indicados se debe tener en cuenta las siguientes dos características:

A) Buen rendimiento óptico, lo cual se obtiene con una reflectancia mínima de baja pérdida y una alta resistencia mecánica.

B) Terminaciones con un estilo adecuado para ser compatibles el equipo a utilizar y tener la protección adecuada acorde al entorno donde funcionaran.

Los conectores son los elementos de la conexión de fibra que han recibido mayor atención, habiéndose generado más de 80 estilos, sin embargo, actualmente son solo unos pocos los que se utilizan en la mayoría de las aplicaciones.

Tanto para la fibra monomodo como para la multimodo se utilizan diferentes conectores y procedimientos para su terminación. En el caso de las fibras multimodo el procedimiento es más simple, por lo que la terminación sobre el terreno normalmente se realiza instalando conectores directamente en las fibras con recubrimiento o búfer.

La mayoría de las terminaciones monomodo de campo se realizan empalmando un pigtail de fábrica en el cable instalado en lugar de terminar la fibra directamente como se hace habitualmente con la fibra multimodo. Las terminaciones monomodo requieren un cuidado extremo en el montaje, especialmente en el pulido, para obtener un buen rendimiento (baja pérdida y reflectancia), por lo que suelen realizarse en instalaciones de fábricas limpias y controladas, con epoxi curado al calor y pulido a máquina.

Se debe tener en cuenta siempre para la elección del tipo de conector la compatibilidad con los equipos a utilizar.

Los empalmes se consideran uniones permanentes. El empalme por fusión es el más utilizado, ya que ofrece la menor pérdida y reflectancia, así como la unión más fiable. Prácticamente todos los empalmes monomodo son por

fusión. El empalme mecánico se utiliza para la restauración temporal y para la mayoría de los empalmes multimodo. (<https://www.thefoa.org/ESP/Conectores.htm>)

2.7.1 TIPOS DE CONECTORES

Los tipos de conectores más comunes utilizados en aplicaciones FTTH y en redes de datos son las siguientes:

- Conector tipo SC
- Conector tipo LC
- Conector tipo FC
- Conector tipo ST

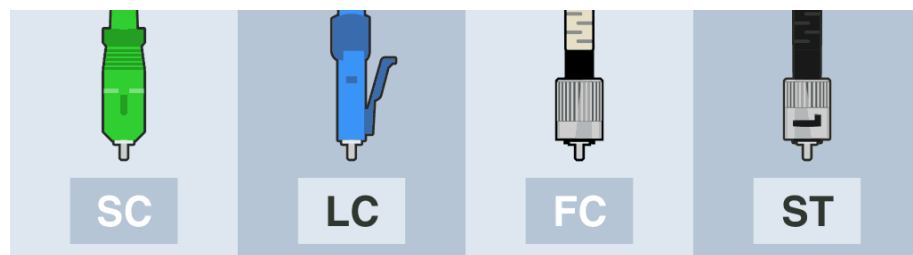
Mientras que los tipos de pulido del terminal óptico (ferrule) son los siguientes:

- Pulido PC
- Pulido UPC
- Pulido APC

Estos hacen posible el paso de pulsos de luz láser entre dos fibras **ópticas**.

Figura 25

Tipo de conectores de Fibra Óptica.



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

2.7.1.1 CONECTOR FC:

Las siglas FC significan Conector de Ferrule (Ferrule Connector).

Este conector fue el primero con ferrule cerámico, fue desarrollado por la empresa Nippon Telephone and

Telegraph. Actualmente su uso ha disminuido en favor de los conectores SC y LC.

Principales Características: Es un conector del tipo roscado cuya fijación es bastante resistente a vibraciones, es utilizado comunmente en aplicaciones en las que se generara movimiento.

Características ópticas: Cuando se usa en fibra monomod sus pérdidas de inserción alcanzan los 0,3 dB.

Figura 26

Conector tipo FC.



[\(https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/\)](https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/)

2.7.1.2 CONECTOR ST:

Las siglas ST significan Punta Recta (Straight Tip).

Este tipo de conector fue desarrollado en los Estados Unidos por la empresa AT&T y es mayormente utilizado en entornos profesionales como redes corporativas y así también en el ámbito militar.

Características: Su forma es similar al FC, pero su ajuste es como el de un conector BNC (montura en bayoneta).

Características ópticas: Presenta pérdidas de inserción que rondan los 0,25 dB.

Figura 26

Conector tipo ST.



[\(https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/\)](https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/)

2.7.1.3 CONECTOR LC:

Las siglas LC significan Conector Lucent (Lucent Connector) o Conector Pequeño (Little Connector).

Este tipo de conector fue desarrollado por la empresa de Lucent Technologies en 1997.

Características físicas: Presenta un ajuste similar a un RJ45 (tipo push and pull). Es un conector de mayor seguridad y más compacto que el SC, permitiendo un mejor uso del espacio y por lo tanto mayores densidades de conectores en racks, paneles y FTTH.

Características ópticas: Presenta pérdidas que rondan los de 0,10 dB.

Figura 27

Conector tipo LC.



[\(https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/\)](https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/)

2.7.1.4 CONECTOR SC:

Las siglas SC de Conector de Suscriptor (Suscriptor Connector) o Conector Cuadrado (Square Connector).

Este tipo de conector fue desarrollado por la empresa Nipón Telegraph and Telephone,

Características: Presenta un ajuste rápido a presión. Es compacto, lo cual permite integrar gran cantidad de conectores por equipo. Se utiliza en FTTH, telefonía, televisión por cable, etc.

Características ópticas: Presenta pérdidas de 0,25 dB.

Figura 28

Conector tipo SC.



[\(https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/\)](https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/)

2.7.2 TIPOS DE PULIDOS DE FIBRA ÓPTICA

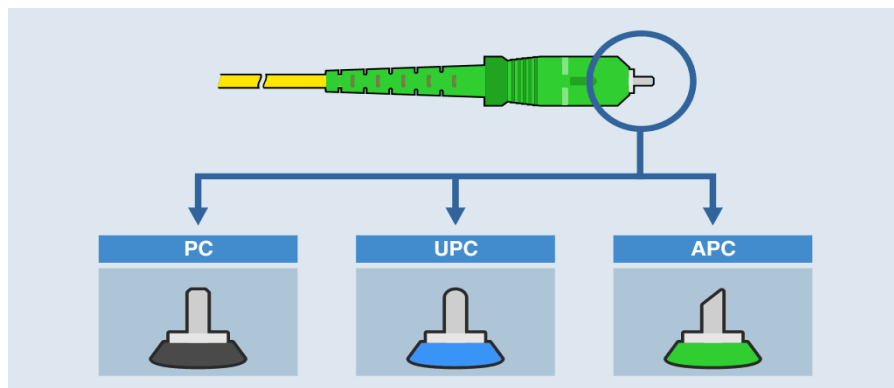
Existen actualmente los siguientes tipos de pulido:

PC: Contacto Físico (Physical Contact). Para este tipo de pulido el ferrule está biselado y rematado en una superficie plana, evitando espacios vacíos entre los ferrules de los conectores que se están acoplando, logrando pérdidas de retorno entre los -30 dB y los -40 dB. Actualmente está entrando en desuso.

UPC: Ultra Contacto Físico (Ultra Physical Contact). Son similares a los PC, pero generan menos pérdidas de retorno a un margen entre los -40 y los -55 dB esto debido a que el bisel presenta una curva más pronunciada. Actualmente es utilizarlo en líneas muertas para que los operadores de telecomunicaciones lleven a cabo pruebas de red por ejemplo con OTDR.

APC: Contacto Físico en Ángulo (Angled Physical Contact). El ferrule es terminado en una superficie plana e inclinada 8 grados. Este conector logra el enlace óptico de mejor calidad debido a que logra reducir pérdidas de retorno hasta los -60 dB aumentando así el número de usuarios en fibras monomodo. Por lo antes mencionado, y sus bajos costes de fabricación, APC se ha **convertido en el tipo de pulido más utilizado.**

Figura 29 Tipos de pulido.



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

2.8 ESTÁNDARES, FRAMEWORKS Y BUENAS PRÁCTICAS

- NORMA EC.040 Normas para la instalación urbana de infraestructura de telecomunicaciones.
- Norma Técnica EM.010 Instalaciones Eléctricas Interiores del RNE.
- Norma Técnica EM.020 Instalaciones de Telecomunicaciones del RNE.
- CNE-U 2006: Código Nacional de Electricidad – Utilización.

- NFPA 70 (NEC): Código Eléctrico Nacional.
- IEEE 1100-2005: IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment.
- IEEE 142-2007: IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems.
- <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.652/es>

2.9 BASES LEGALES Y MARCO NORMATIVO

- Reglamento de la Ley N.º 29022, Ley para el Fortalecimiento de la Expansión de Infraestructura en Telecomunicaciones.
- Reglamento de la Ley N.º 31595, Ley que promueve la descontaminación ambiental y establece el retiro del cableado aéreo en desuso o en mal estado en las zonas urbanas del país.
- Reglamento de la Ley N.º 28295, Ley que regula el acceso y uso compartido de infraestructura de uso público para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones

3 CAPÍTULO 4: DESARROLLO DEL PROYECTO

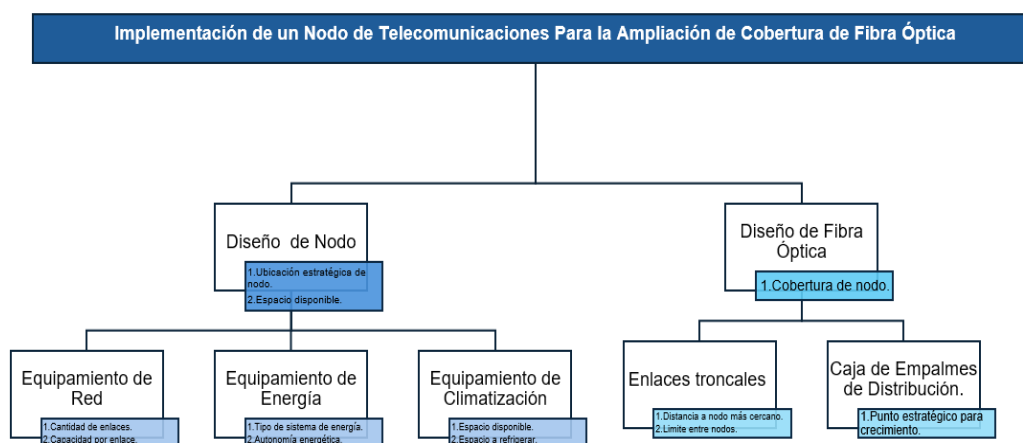
3.1 DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

Para diseñar la solución; trabajaremos en dos objetivos principales los cuales requieren varias tareas subyacentes para su conclusión, estos dos elementos son: el diseño del nodo y el diseño del despliegue de la fibra óptica, una vez definida la ubicación del nodo.

A manera de resumen se muestra esquema general del trabajo a realizar.

Figura 30

Esquema de las tareas para completar el diseño de la solución.



3.1.1 DISEÑO DEL NODO.

En base a las oportunidades comerciales se requiere ubicar un punto estratégico para que el nodo permita brindar servicio a la mayoría de los clientes desde un punto céntrico en un radio de 10km aproximadamente; esto con el fin de no tener una distancia de fibra óptica tan extensa hacia los clientes aumentando la vulnerabilidad a cortes y también se buscará lo menos posible en no traslapar en el área de influencia de otro nodo. Así mismo, se busca estandarizar el uso de módulo transceptor monomodo bidireccional SFP de 10 km y 20 km de distancia para facilitar la operación en caso se requiera cambio por averías; así como reducir costos al comprar al por mayor y usar modelos que requieren menos potencia debido a la menor distancia.

Figura 31

Vista de módulos SFP de 1.25Gbps.



(<https://dimiks.store/product/>)

En el siguiente gráfico, se muestra la zona de interés sombreada y este será nuestro punto de partida para seleccionar la ubicación idónea para el nodo dentro de dicha zona.

Figura 32

Zona donde tendremos que buscar el nodo.



Dado que necesitamos un despliegue rápido y un bajo costo inicial se optará por contactar a un proveedor de infraestructura para que nos arriende un espacio. En este caso en base al mapa ofrecido por proveedor de infraestructura se pueden ubicar un punto central en donde se puede atender potenciales clientes; el local es de fácil

(<https://sigrid.cenepred.gob.pe>, 2005, *Mapa temático de peligros hidrológicos de la ciudad de Chosica - Lima*)

El espacio ofrecido por el proveedor es de 2m² con energía comercial 220CA y será responsable del control de acceso al local; con esta información se planifica colocar un gabinete de exteriores de IP65 de 19'' de 42 RU (2.10m x 0.60m x 0.8m) que contendrá los equipos de red, el sistema de energía, el panel de distribución de la fibra óptica; así como el sistema de refrigeración. El espacio general se comparte con otros operadores con los que también se dividen los gastos generales.

Figura 35

Vista de gabinete de exteriores.



(<https://gabineteyrack.pe/gabinetes-de-piso/gabinete-piso-42ru-exteriores/>)

Figura 36

Proyección de gabinete de ubicación de gabinete.



3.1.1.1 EQUIPAMIENTO DE RED.

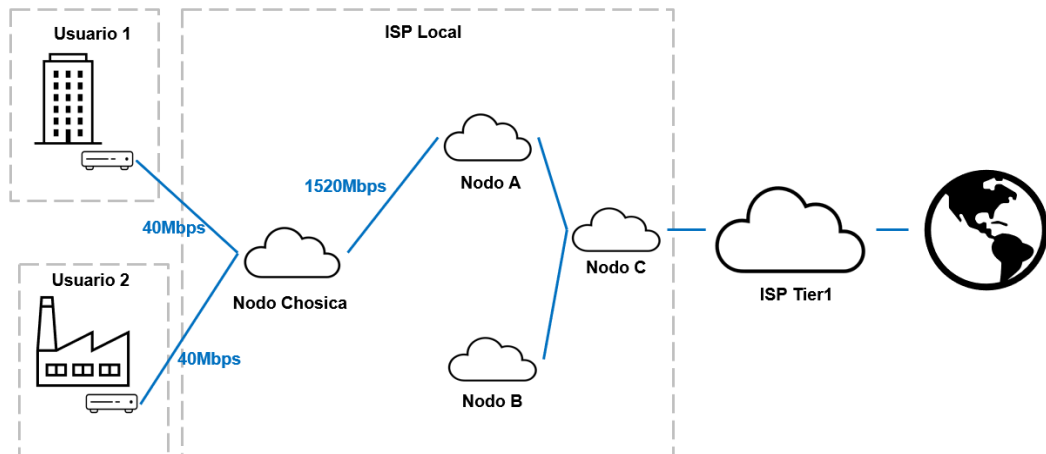
Se selecciona un switch de 48 puertos que permite transceptores SFP para las conexiones con los equipos de clientes y con los equipos de la red del ISP (Internet Service Provider).

Este equipo permitirá atender hasta 38 clientes, con un consumo promedio de 40 Mbps 1:1; es decir misma velocidad de subida y bajada. Este consumo promedio es en base al ofrecimiento comercial existente.

Bajo esta premisa la capacidad para el enlace troncal que va hacia la red del ISP local sería de 1520 Mbps. En una fase inicial empezaremos con una troncal de 1 Gbps.

Figura 37

Diagrama donde se muestra la velocidad de la troncal y de manera general la topología de red hasta la salida del internet.

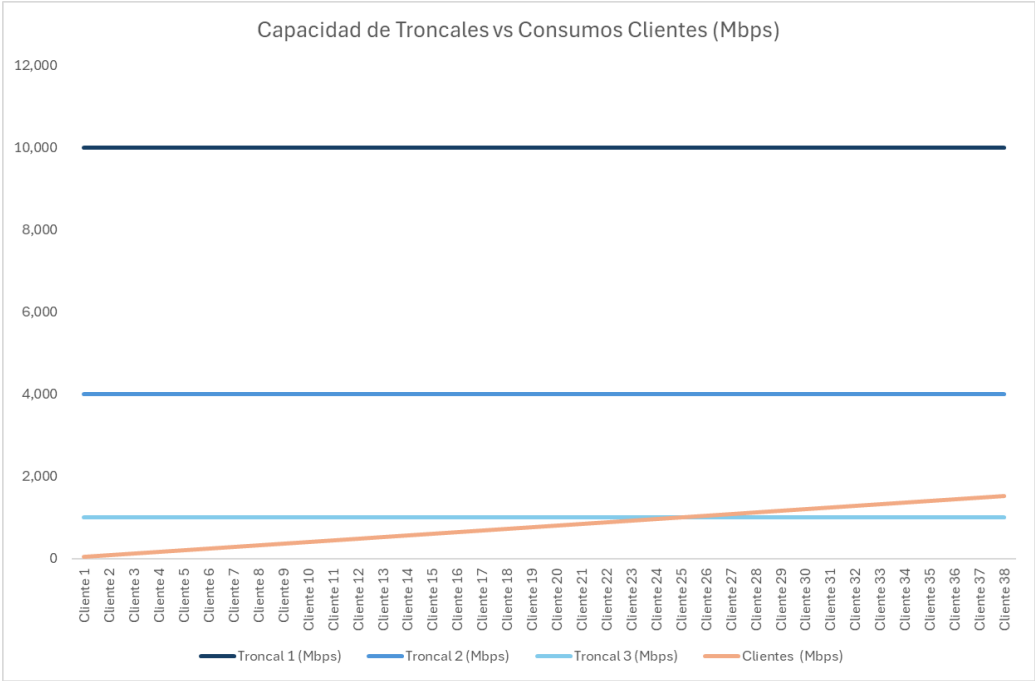


Si algún cliente en particular requiere mayor capacidad, los puertos soportan hasta 1.25Gbps; sin embargo, lo estandarizamos a 1 Gbps como máximo por puerto. Si la suma del consumo requiere mayor velocidad en la troncal se puede adicionar hasta 3 transceptores SFP de 1 Gbps para formar 4 Gbps con la configuración de LACP (link aggregation control protocol) para aumentar la capacidad del enlace que va hacia la red del ISP.

En caso se requiera mayor capacidad este equipo permite transceptores SFP de 10 Gbps.

Figura 38

Diagrama donde se compara el crecimiento por cada cliente de 40Mbps vs el tope del enlace troncal hacia la red del ISP.



Se muestra tabla con distribución de puertos del equipo de red.

Tabla 2

Tabla resumen de la distribución de puertos.

Nro. Puertos de Clientes	Nro. De Puertos Troncales	Nro. De Puertos Reserva	Ancho de Banda por Cliente (Mbps)	Ancho de Banda Total (Mbps)	Ancho de Banda Troncal (Mbps)
38	4	6	40	1520	2000

Se deja 6 puertos libres en caso de emergencia; por ejemplo, puerto de prueba y/o cambio en caso uno de estos puertos sufra un desperfecto.

Figura 39

Vista frontal del Switch Huawei de 48 Puertos SFP.

Teniendo como base el sistema de energía DC se optará por una batería de Litio (LiFePO₄: Lithium Iron 4 phosphate) dado que ocupan menos espacio comparado con un arreglo de cuatro baterías de 12V de Ácido Plomo dado que se requiere 48V; entre otras ventajas mencionadas en la parte teórica. Se muestra en la siguiente tabla las dimensiones de las baterías.

Tabla 3

Tabla comparativa de una batería de LiFePO₄ vs cuatro baterías de ácido plomo.

Ítem	Ácido Plomo: Narada 12NPL190	LiFePO ₄ : Narada 48NPFC150
Altura	316.0mm	222.0mm
Ancho	500.0mm (4 baterías)	442.5mm
Largo	530.0mm	480.0mm

Nota: En ambos casos el voltaje brindado es de 48V.

Con el sistema de energía y la batería definida necesitamos determinar la potencia total (watts) de todo el equipamiento que irá en el gabinete con el fin de determinar el amperio-hora necesarios para la batería que nos brindará la autonomía energética en caso de corte de energía comercial. En base a lo mencionado previamente tenemos el equipamiento de red elegido (switch) para una puesta en producción inicial, un equipo Huawei CloudEngine S6730-H Series 10GE donde de la ficha técnica indica que usa un 1RU de espacio, el rango de voltaje está entre -38.4V y -72V y el consumo máximo de 291 W.

Figura 41

Imagen de ficha técnica del Switch Huawei de 48 Puertos SFP donde se aprecia el espacio que requiere en RU.

Item		CloudEngine S6730-H24X6C	CloudEngine S6730-H48X6C
Physical specifications	Dimensions (H x W x D)	43.6 mm x 442.0 mm x 420.0 mm (1.72 in. x 17.4 in. x 16.5 in.)	43.6 mm x 442.0 mm x 420.0 mm (1.72 in. x 17.4 in. x 16.5 in.)
	Chassis height	1 U	1 U
	Chassis weight (full configuration weight, including weight of packaging materials)	8.9 kg (19.62 lb)	9.2 kg (20.28 lb)

(<https://e.huawei.com>)

Figura 42

Imagen de ficha técnica del Switch Huawei de 48 Puertos SFP donde se aprecia el consumo promedio y máximo en Watts.

Item		CloudEngine S6730-H24X6C	CloudEngine S6730-H48X6C
	Rated voltage range	<ul style="list-style-type: none"> AC input: 100 V AC to 240 V AC, 50/60 Hz High-Voltage DC input: 240 V DC DC input: -48 V DC to -60 V DC 	<ul style="list-style-type: none"> AC input: 100 V AC to 240 V AC, 50/60 Hz High-Voltage DC input: 240 V DC DC input: -48 V DC to -60 V DC
	Maximum voltage range	<ul style="list-style-type: none"> AC input: 90 V AC to 290 V AC, 45 Hz to 65 Hz High-Voltage DC input: 190 V DC to 290 V DC DC input: -38.4 V DC to -72 V DC 	<ul style="list-style-type: none"> AC input: 90 V AC to 290 V AC, 45 Hz to 65 Hz High-Voltage DC input: 190 V DC to 290 V DC DC input: -38.4 V DC to -72 V DC
	Maximum input current	<ul style="list-style-type: none"> AC 600W: 8A DC 1000W: 30A 	<ul style="list-style-type: none"> AC 600W: 8A DC 1000W: 30A
	Typical power consumption (30% of traffic load, tested according to ATIS standard)	149 W	165 W
	Maximum power consumption (100% throughput, full speed of fans)	254 W	291 W

(<https://e.huawei.com>)

Para este caso en particular considerando que el sistema de refrigeración debe estar embebido en el gabinete; tenemos que considerar el consumo eléctrico de este que será de 1000 W, lo detalles de la selección se mencionará en el apartado de sistema de refrigeración. Con estos datos podemos calcular qué batería en amperios-h utilizar considerando que el equipo va a consumir 48VDC tanto el sistema de refrigeración como los equipos de red.

$$P (W) = V (V) * I (A)$$

$$(1000 + 291) * 1.2 = 48 * I$$

$$I=6.2A$$

$$\text{Capacidad de Carga (Ah)} = I (A) * \text{Tiempo de descarga (h)}$$

$$200 = 6.2 * \text{Tiempo de descarga}$$

$$\text{Tiempo de descarga} = 6.2 \text{ horas}$$

Según los cálculos una batería de 200Ah nos permite una autonomía aproximada de 6.2 horas tiempo que permite que regrese la energía comercial y/o en un caso crítico un equipo se acerque con un grupo electrógeno.

Tabla 4

Tabla comparativa de autonomía dependiendo de los Ah de la batería.

Potencia (W)	Voltaje Entrada (VDC)	Corriente (A)	Batería (Ah)	Autonomía (horas)
291	48	32.3	150	4.6
291	48	32.3	200	6.2

3.1.1.3 EQUIPAMIENTO DE CLIMATIZACIÓN

Para este caso en particular como se mencionó previamente se optará por un sistema embebido en el gabinete para esto es importante conocer la energía que lo alimentará que será de 48V DC y el BTU necesario para

enfriar al gabinete para esto usamos como referencia una calculadora de BTU con el espacio del gabinete que en este caso nos da 2,565 BTU o 752 W. Este dato lo cruzamos con la tabla que nos ofrece el operador optando por el de 1000W.

Figura 43

Resultado de cálculo referencial por medio de una calculadora de BTU.

2,565 BTU or 752 Watts

Size	1	square meters ▾
Room Ceiling Height	2.2	meters ▾
Number of People Inside Regularly	0	
Type	Bedroom ▾	
Insulation Condition	Good (very few leakages or ▾	
Sun Exposure	Average ▾	
Climate	Hot (e.g. Houston) ▾	
<div>Calculate ▶</div> <div>Clear</div>		

(<https://www.calculator.net>)

Figura 44

Vista de aire acondicionado embebido en la puerta del gabinete.



(<https://www.cytechorg.com/enclosure-air-conditioner-dc1000W.html>)

Tabla 5

Tabla de parámetros de la ficha de un proveedor de gabinetes exteriores.

Voltage	Nominal cooling capacity(W) (L35/L35)	Nominal cooling capacity(Btu/hr) (L35/L35)	Power consumption(W) (L35/L35)	IP Grade	Heater (W) (option)	Internal air flow (m3/h)	Refrigerant
-48VDC(DC-44~-59V)	500	1700	180	IP55,NEMA 4, NEMA 4X	500	150	R134a
-48VDC(DC-44~-59V)	600	2050	200	IP55,NEMA 4, NEMA 4X	500	150	R134a
-48VDC(DC-44~-59V)	1000	3400	295	IP55,NEMA 4, NEMA 4X	500	450	R134a

(<https://www.cytechorg.com/enclosure-air-conditioner-dc1000W.html>)

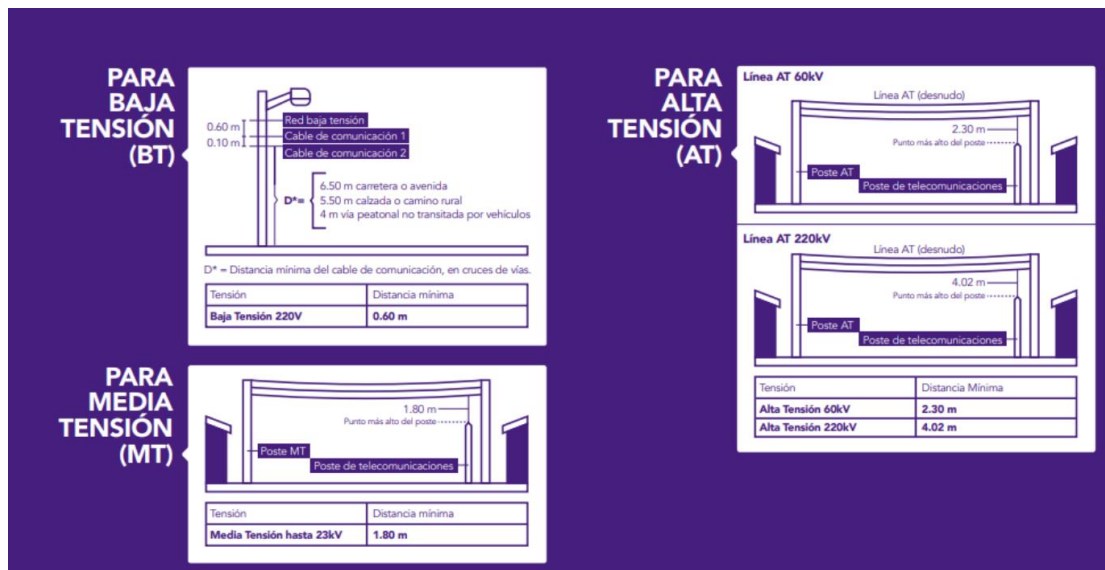
3.1.2 DISEÑO DE DESPLIEGUE DE FIBRA ÓPTICA.

Con el fin de desplegar la fibra óptica se optará por tendido aéreo para optimizar costos con este fin se tendrán las siguientes consideraciones básicas de diseño y tendido:

1. La fibra óptica por instalar será del tipo ADSS de SPAN 100; es decir que es el máximo metraje de vano serán 100m, además de ser un cable dieléctrico y de muy bajo peso.
2. El cable de fibra óptica tiene que quedar instalado a una altura mínima de 5.0 m sobre el nivel del suelo en calles y de 6.0 m para la fibra instalada sobre las pistas, o la exigida por la autoridad correspondiente para los casos de cruces de carretera, autopistas nacionales, etc.
3. En los postes compartidos con líneas eléctricas se debe respetar la DMS (Distancia mínima de seguridad) de cada empresa de energía eléctrica; así como solicitar su validación para el uso de la infraestructura para evitar sobrecarga en los postes.
Se muestra ejemplo de tabla de DMS en el caso de ENEL.

Figura 45

Figura de documento informativo de ENEL sobre las distancias mínimas de seguridad (DMS).

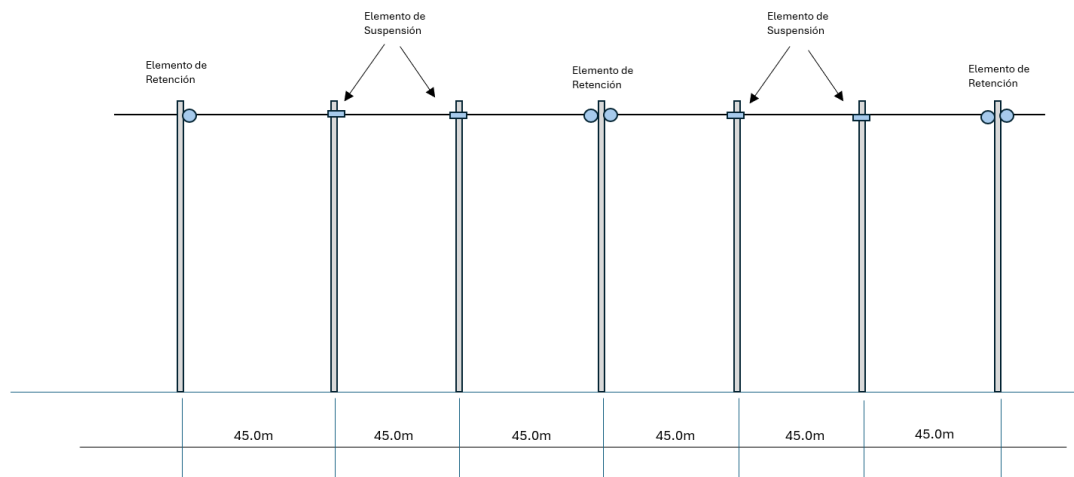


(ENEL X, 2021 mayo, *Seguridad en el trabajo con infraestructura eléctrica*)

4. En los casos en que se usan postes de otras empresas de telecomunicaciones las alturas de los cables y la carga estarán sujetas a los acuerdos entre las partes.
5. En la instalación de la FO se tendrá que iniciar con un elemento de retención luego se considera colocar un elemento de suspensión a cada 45m aproximadamente considerando que la FO es de SPAN 100. Se recomienda colocar como máximo dos elementos de suspensión en una avenida o calla recta. Luego se recomienda usar elementos de retención nuevamente y procedemos a continuar con los elementos de suspensión. Considera que en cada cambio de ángulo se requiere un elemento de retención. Al terminar el tendido se finalizó con un elemento de retención.

Figura 46

Imagen de referencia donde se muestra a aproximadamente cuanta distancia se debe instalar un elemento de retención y suspensión.



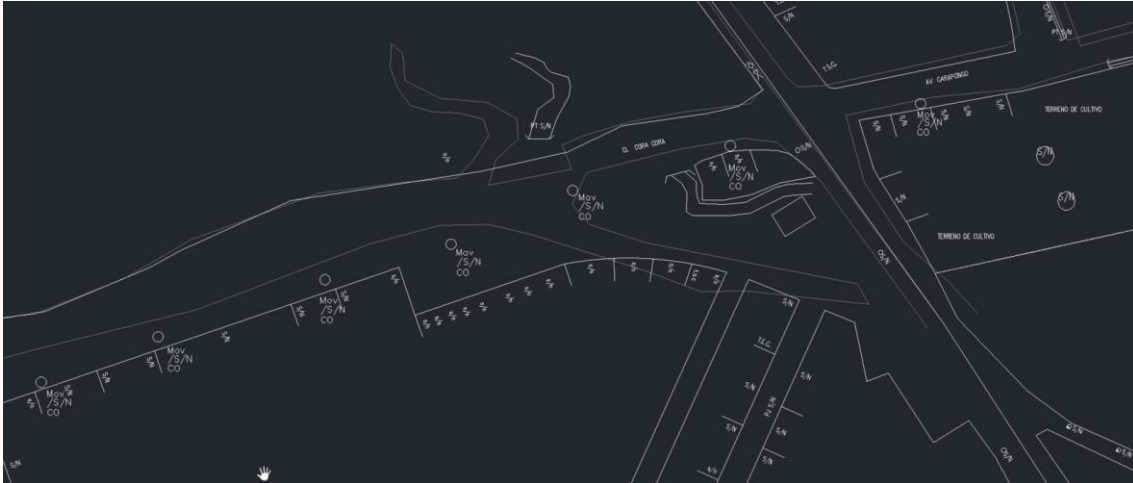
6. Se instalarán crucetas donde se dejará 50m de fibra óptica como reserva, la primera se dejará desde el punto de inicio a 200m luego a cada 400m. Estas reservas permiten tener material adicional para reparar la fibra óptica por alguna incidencia.

Para el desarrollo de la solución se requiere en primera instancia realizar un estudio técnico en escritorio, en base a los catastros de los municipios y la información actualizada en AutoCAD de las diferentes infraestructuras existentes que como empresa se ha ido relevando.

Se muestra un catastro donde se puede apreciar la infraestructura existente en la zona y a quien le pertenece.

Figura 47

Imagen de una sección de un catastro con información de infraestructura existente.

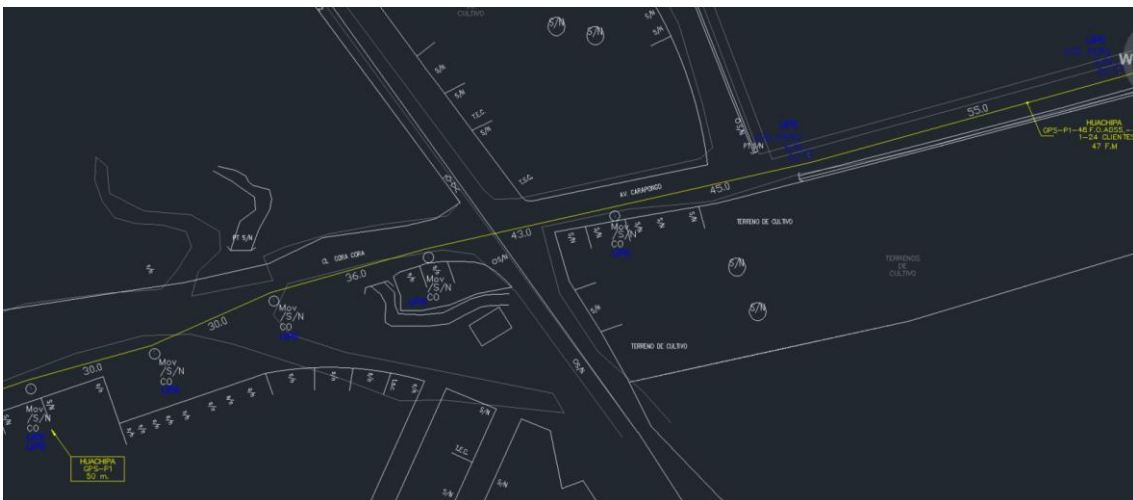


Se proyecta una ruta de FO por la Carretera Central desde un nodo existente en Huachipa con dirección al nuevo nodo Chosica usando como apoyo los postes disponibles y en caso de no llegar al vano requerido instalando propios.

Se muestra el trazo de la FO pasando por postes que se utilizarán como puntos de apoyo.

Figura 47

Imagen de una sección de un catastro con información de infraestructura existente y la proyección de tendido.



En base a la información catastral se proyecta los siguiente:

Distancia Lineal en AutoCAD = 27.7km

Enlace troncal: Fibra Ópticas ADSS de 144 filamentos.

Tabla 6

Tabla resumen de la cantidad de postes proyectadas y el propietario de acuerdo con la información del catastro.

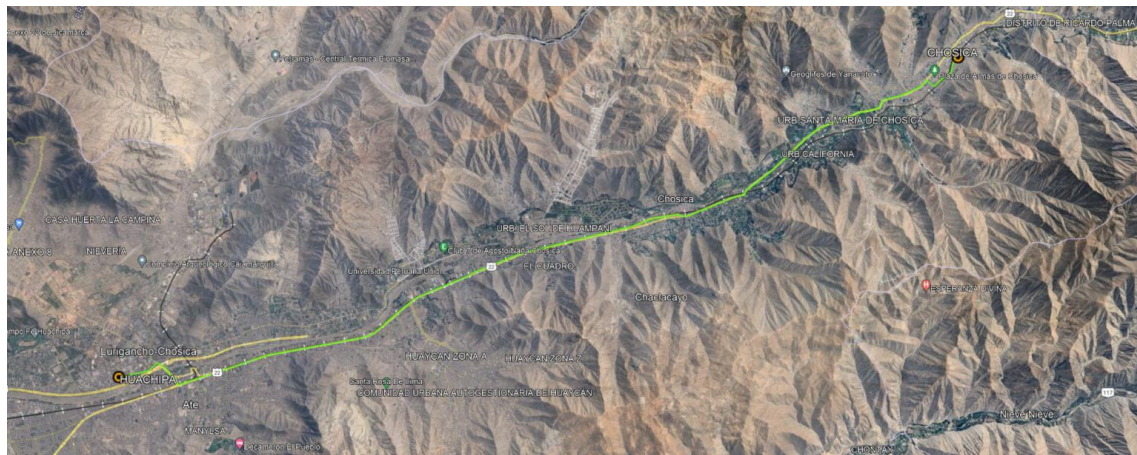
Propietario	Cantidad
Luz del Sur	190
Movistar	436
Propio	47
TOTAL	673

En base al criterio de diseño se requiere colocar 673 postes con una separación aproximada de 45 m. Se calcula un total aproximado de 30,285m.

Se muestra vista panorámica del posible recorrido de la fibra óptica entre ambos nodos.

Figura 48

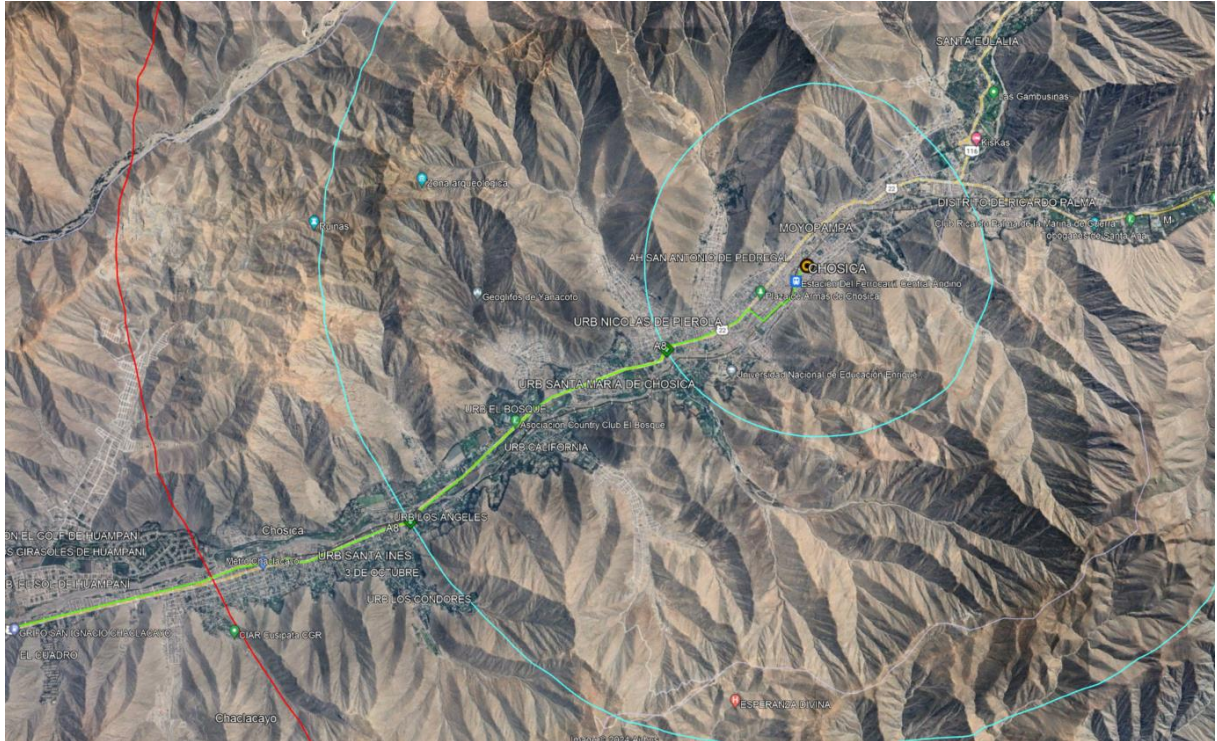
Vista de ruta referencial proyectada.



Como parte del diseño se está sangrando la fibra óptica de 144 filamentos en 2 puntos específicos a 3km y 7km aproximadamente del nodo para poder habilitar nuevos clientes se dejan disponibles 24 filamentos en cada caja de empalme.

En la figura se muestra las posibles zonas de cobertura para cada caja de empalme donde el perímetro rojo representaría el límite del nodo.

Distribución de cajas de empalme en la carretera central para poder habilitar futuros clientes.



Una vez definido el equipamiento y material a utilizar, los parámetros correspondientes, las rutas definidas para la fibra óptica; así como el equipo y materiales en bodega local iniciamos con la implementación.

Con la ubicación definida por el proveedor de infraestructura se procede a preparar el espacio para la instalación del gabinete. Con este fin construimos un piso de cemento con un nivel de 20cm de altura que servirá como base para colocar el gabinete externo IP65 de 19’’ con 42RU y a donde la fibra óptica proveniente de la calle tiene que entrar para las conexiones con los equipos.

Figura 50

Vista de base de concreto para instalación de un gabinete externo.



Dentro del gabinete se instalarán los siguientes equipos y componentes los cuales se listan a continuación.

Tabla 7

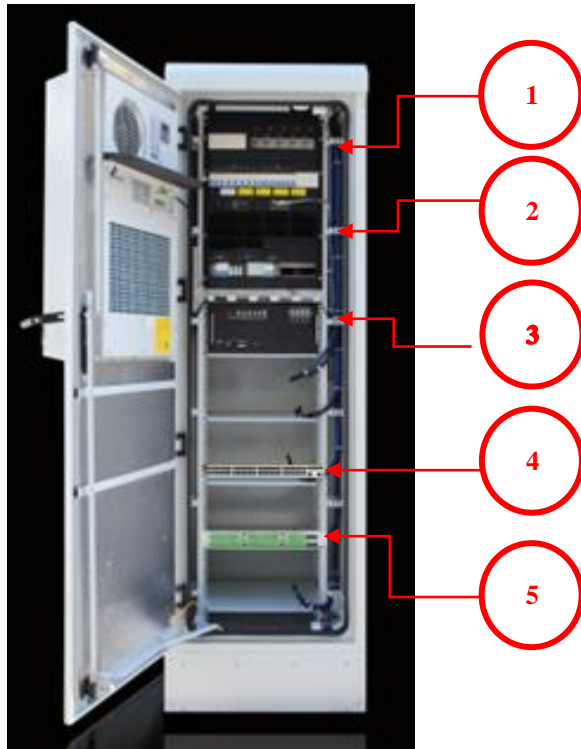
Tabla de la cantidad de espacio que ocupa cada elemento dentro del gabinete.

Ítem	Descripción	Espacio (RU)
1	PDU	6
2	Sistema de Energía DC	6
3	Batería de Litio LiFePO4	5
4	Switch	1
5	ODF	1

Se muestra una distribución referencial de los elementos:

Figura 51

Diagrama general donde se muestra la distribución de equipos: 1. PDUs, 2. Sistema de Energía, 3. Batería de Litio LiFePO4, 4. Switch, 5.ODF.



Para alimentar al sistema de equipo DC se va a alimentar del tablero general de gabinete este trabajará con un ITM monofásico de 63A. Esto porque se proyecta un crecimiento de hasta 9 kW de consumo de los equipos en el gabinete.

$$P (W) = V (V) * I (A)$$

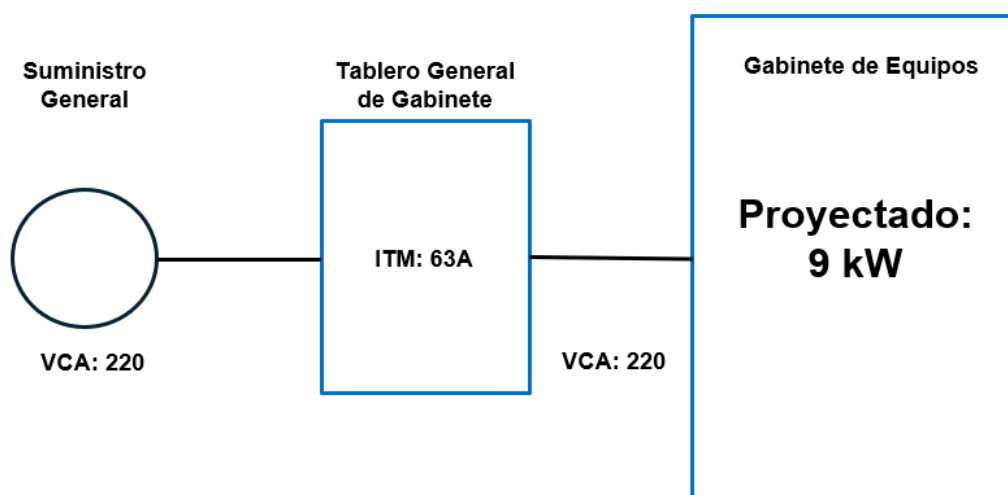
$$9000 = 220 * I$$

$$I = 40.9A$$

La llave comercial más cercana es de 63A.

Figura 52

Diagrama referencial para el cálculo del ITM requerido.



3.2.2 DESPLIEGUE DE LA FIBRA ÓPTICA

Una vez diseñado a nivel de escritorio es muy importante validarlo posteriormente en campo para corroborar la información y verificar el estado adecuado de los postes; así como validar la viabilidad de los postes con el concesionario.

Debido a la ubicación de la ruta se valida que se requerirá los siguientes permisos con las entidades correspondientes

Tabla 8

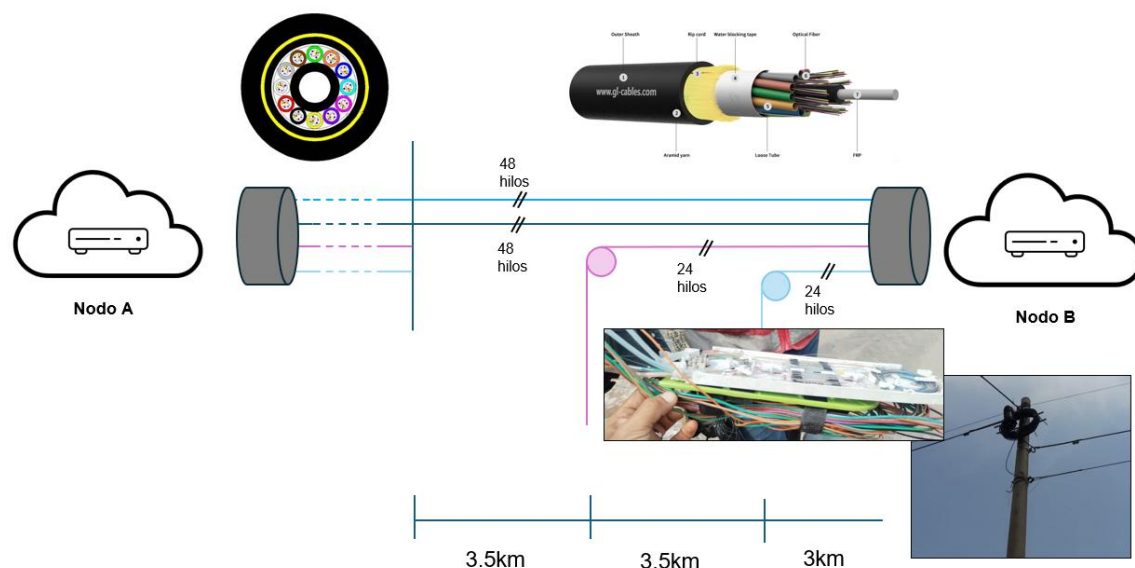
Tabla donde se listan los permisos requeridos.

Ítem	Tipo	Nombre de Permiso
01	Ambiental	EVAP
02	Municipal	FUIIT
03	Cultura	PMA
04	Redes interurbanas	Pro-Vías

Como se mencionó en el diseño se dejarán cajas de empalme donde se sangro el cable de 144 para dejar filamentos para habilitación de nuevos clientes.

Figura 53

Diagrama donde se muestra la ubicación del sangrado para dejar filamentos libres para nuevas habilitaciones en cada uno de estos se dejará una caja terminal.



3.2.2.1 LISTA DE MATERIALES

Se listan los materiales requeridos para el tendido de la fibra óptica.

Tabla 9

Lista de materiales requeridos para el despliegue de la fibra óptica.

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad
01	Cable FO ADSS 144 filamentos span 100 doble chaqueta g652d	m	34,085
02	Mufa Domo 144 Filamentos 8 Salidas Con 1 Sello Oval	Unidad	4
03	Poste Concreto 9m	Unidad	47
04	ODF 24 FO Conector SC APC, 1 RU	Unidad	1
05	ODF 144 FO Conector SC APC, 1 RU	Unidad	1
06	Etiqueta Plástica Identificación Cables	Unidad	341
07	Amarra Plástica 500 X 4,6 Mm, Nylon Negra Protección UV	Unidad	500
08	Amarra Plástica 200 X 2,4 Mm, Nylon Negra Protección UV	Unidad	341
09	Materiales para Retención con un eslabón para cable ADSS	Unidad	50

10	Materiales para Retención con dos eslabones para cable ADSS	Unidad	225
11	Materiales para suspensión fibra ADSS	Unidad	449
12	Materiales para Reserva de cable	Unidad	76

3.2.2.2 Medición de Enlace

Una vez concluido el tendido de la fibra óptica se tiene que validar que se encuentre en óptimas condiciones por lo que se requiere que se cumplan los siguientes estándares cuando se realice la prueba reflectométrica con un OTDR.

Tabla 10

Tabla de atenuaciones aceptada para la entrega de enlace.

Longitud de Onda (nm)	Atenuación/kilómetro (dB/km)	Atenuación/conector óptico (dB)	Atenuación/Empalme (dB)
1310	0.38	0.6	0.15
1550	0.22	0.35	0.05

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

La propuesta de diseño permite dejar habilitado el nodo para poder atender los primeros clientes en la zona de interés donde el radio de cobertura deseado desde el nodo es 10km, para este fin se han dejado cajas terminales de distribución para que los clientes se puedan empalmar a estos puntos y solo se tienda el cable de acometida.

El nodo permite el crecimiento de hasta 38 clientes con un ancho de banda promedio de 40 Mbps en relación de 1:1, previo a esto la troncal (conexión a la red de ISP) tiene que recibir una ampliación de ancho de banda.

El nodo tiene una autonomía de 6.2horas aproximadamente por lo que es importante contar con una cuadrilla preparada para alimentar el nodo con un grupo electrógeno de 3500w en caso la energía demora en retornar.

4.2 RECOMENDACIONES

Programar el mantenimiento al menos una vez al año correspondiente a los equipos de energía, así como la limpieza del gabinete, sus filtros y equipos de red.

Se recomienda buscar una ruta diferente por cualquier otro tipo de medio para proveer de redundancia al nodo. Por la ubicación geográfica de Chosica se puede apreciar que solo cuenta con la Carretera Central como acceso, se podría buscar un medio inalámbrico como contingencia.

En caso de instalar más equipamiento hay que tomar en cuenta que la autonomía va a disminuir por lo que es importante validar el consumo del equipo nuevo a instalar.

5 REFERENCIAS

- Presidencia de Consejo de Ministros. (2023). *Transformación digital en el Perú*. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4912655/Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de%20Transformaci%C3%B3n%20Digital%20al%202030_Resumen%20ejecutivo.pdf?v=1690558614
- Ministerio de Salud. (2024, 14 de mayo). *Minsa fortalece el acceso a servicios de salud a través de la telemedicina mediante la aprobación de nuevas normativas*. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/954169-minsa-fortalece-el-acceso-a-servicios-de-salud-a-traves-de-la-telemedicina-mediante-la-aprobacion-de-nuevas-normativas>
- Network Encyclopedia. (2024, 12 de abril). *Point of Presence (POP)*. <https://networkencyclopedia.com/point-of-presence-pop/>
- Huawei. (2023, 18 de julio). *Huawei CloudEngine S6730-H Series 10GE Switches Datasheet*. [Imagen]. <https://e.huawei.com/en/material/networking/4e6910a3ca27403b8220d34cebbb67e1>

- FS. (2022, 31 de marzo). *¿Qué es un SFP BiDi y tipos de SFP BiDi?* [Imagen].
<https://community.fs.com/es/article/a-brief-introduction-of-bidi-sfp-transceiver.html>
- Fibconet. (s.f.) *Módulo SFP: Qué es y cómo elegirlo?* [Imagen].
 Recuperado el 14 de abril del 2024, de <https://fibconet.com/es/sfp-module-whats-it-and-how-to-choose-it/>
- ELTEK. (s.f.) *User Guide Smartpack S Controller*. [Imagen].
 Recuperado el 15 de abril del 2024, de http://stt-solutions.ie/sttsolutionscms/wp-content/uploads/2016/09/350030-013_UGde_Smartpack-S_Ctrl_2v0.pdf
- EATON. (s.f.) *3G Access Power Solutions - APS6-600 Series*. [Imagen].
 Recuperado el 15 de abril del 2024, de <https://www.eaton.com/content/dam/eaton/products/backup-power-ups-surge-it-power-distribution/eaton-aps6-600-install%20guide-en.pdf>
- EATON. (s.f.) *Types of UPS Systems*.
 Recuperado el 15 de abril del 2024, de <https://tripplite.eaton.com/products/ups-types>
- Panel Solar Perú. (s.f.) *Batería Narada 12v-100ah* [Imagen].
 Recuperado 15 de abril de 2024, de <https://www.panelsolarperu.com/productos/175-bateria-narada-12v-100ah-agm.html>
- Emergente (s.f.) *Batería de Litio 48v-100ah Narada* [Imagen].
 Recuperado 15 de abril de 2024, de <https://www.emergente.com.co/blog/producto/bateria-de-litio-48v-100ah-narada/>
- Wikipedia. (s.f.) *Air conditioning*. [Imagen].
 Recuperado el 15 de abril del 2024, de https://en.wikipedia.org/wiki/Air_conditioning
- Mabe. (s.f.) *Aire Acondicionado Tradicional Solo Frío 12,000 BTUs Blanco Mabe*. [Imagen].
 Recuperado el 22 de abril del 2024, de https://mabeglobal.com/es_PE/Mas-para-el-hogar/Aires-Acondicionados/Aire-Acondicionado-Tradisional-Solo-Fr%C3%ADo-12%2C000-BTUs-Blanco-Mabe---MMT12CDBWCCE8/p/MMT12CDBWCCE8

- Walter Roller. (s.f.) *HVAC industry*. [Imagen].
Recuperado el 22 de abril del 2024, de <https://www.walterroller.de/en/application/hvac-systems-for-building-technology>
- BETE. (s.f.) *IP65 double-layer heat insulation electric shell of outdoor energy storage telecom cabinet* [Imagen].
Recuperado 22 de abril de 2024, de <https://www.bttelecomcabinet.com/product/ip56-outdoor-power-cabinet-air-conditioner-with-pdu-ems-rectifier/>
- Pierri, P. (2010). *Sección de un cable de fibra óptica* ¬[Imagen]. *Comisión Interamericana de Telecomunicaciones - Organización de los estados americanos*.
https://www.oas.org/es/citel/infocitel/2010/abril/ftth_e.asp
- Worton. (2021). *Diámetro del núcleo de fibra óptica*. [Imagen].
<https://community.fs.com/es/article/single-mode-vs-multimode-fiber-whats-the-difference.html>
- Opticomfiber. (s.f.) *ADSS fibra cable doble chaqueta 96 núcleo*. [Imagen].
Recuperado 22 de abril de 2024, de <https://www.opticomfiber.com/fiber-cable/fiber-optical-cable/adss-fiber-cable-double-jacket-96-core.html>
- RHTO. (s.f.) *OPGW*. [Imagen].
Recuperado 22 de abril de 2024, de <https://www.rtho.com/linea-de-productos/2-11tt/02-conductores-y-cables-de-fibra-optica/1-cables-f-o-y-conductores/opgw-2/>
- SilexFiber. (s.f.) *Caja estanca torpedo B IP68 hasta 288 fibras 17 Puertos SA288-17A*. [Imagen].
Recuperado 28 de abril de 2024, de <https://silexfiber.com/producto/caja-estanca-torpedo-b-ip68-hasta-288-fibras-17-puertos-sa288-17a/>
- FibraAmerica. (s.f.) *FAB-FPX-P13 Series Optical Distribution Frame*. [Imagen].
Recuperado 28 de abril de 2024, de <https://fibramerica.com/producto/fab-fpx-p13-series-optical-distribution-frame/>
- Pierri, P. (2010). *La Fibra Óptica*. *Comisión Interamericana de Telecomunicaciones - Organización de los estados americanos*.
https://www.oas.org/es/citel/infocitel/2010/abril/ftth_e.asp

- Worton. (2021). *¿Cuál es la diferencia entre Fibra Monomodo y Multimodo?*
<https://community.fs.com/es/article/single-mode-vs-multimode-fiber-whats-the-difference.html>
- Promax. (2019). *Tipos de Conectores Ópticos más Comunes* [Imagen].
<https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/>
- Promax. (2019). *Detalle de un conector Óptico de Tipo FC* [Imagen].
<https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/>
- Promax. (2019). *Detalle de un conector Óptico de Tipo ST* [Imagen].
<https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/>
- Promax. (2019). *Detalle de un conector Óptico de Tipo LC* [Imagen].
<https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/>
- Promax. (2019). *Detalle de un conector Óptico de Tipo SC* [Imagen].
<https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/>
- Promax. (2019). *Pulidos del Ferrule de Fibra Óptica* [Imagen].
<https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/>
- Dimiks. (s.f.) *Transceivers*. [Imagen].
Recuperado 30 de abril de 2024, de <https://dimiks.store/product-category/transceivers/sfp/>
- Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2005). *Mapa temático de peligros hidrológicos de la ciudad de Chosica – Lima*.
<https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/2779>
- CH Retail. (s.f.). *Gabinete de Piso 42RU Para Exteriores* [Imagen].
Recuperado 30 de abril de 2024, de <https://gabineteyrack.pe/gabinetes-de-piso/gabinete-piso-42ru-exteriores/>
- Huawei. (2023, 18 de julio). *Huawei CloudEngine S6730-H Series 10GE Switches Datasheet*.
<https://e.huawei.com/en/material/networking/4e6910a3ca27403b8220d34cebbb67e1>

- Calculator.net (s.f.) *BTU Calculator*.
Recuperado 30 de abril de 2024, de <https://www.calculator.net/btu-calculator.html>
- Cytech. (s.f.). *Enclosure Air Conditioner DC 1000* [Imagen].
Recuperado 30 de abril de 2024, de <https://www.cytechorg.com/enclosure-air-conditioner-dc1000W.html>
- ENEL X. (2021 mayo). *Seguridad en el trabajo con infraestructura eléctrica*.