



Universidad
Inca Garcilaso de la Vega
Nuevos Tiempos. Nuevas Ideas

Facultad de Ingeniería de Sistemas, Cómputo y Telecomunicaciones

Diseño de una red de comunicaciones para mejorar el acceso al internet de banda ancha en la provincia de Caylloma - Arequipa

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Telecomunicaciones



Presentado por:

Peter Santos Tejada Martínez

Asesor

Msc. Juan Carlos Rodríguez Sulca

Lima – Perú
Julio de 2019

Diseño de una red de comunicaciones para mejorar el acceso a internet de banda ancha en la provincia de Caylloma – Arequipa

INFORME DE ORIGINALIDAD

29%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Inca Garcilaso de la Vega Trabajo del estudiante	3%
2	zonasegura.seace.gob.pe Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Steven Deller, Brian Whitacre. "Broadband's relationship to rural housing values", Papers in Regional Science, 2019 Publicación	1%
6	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios por iluminar mi camino, a mis Padres Marcos y Graciela, mis Hijas Jimena y Lourdes y en Especial a mi Querida Esposa Carmen.



ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.1. Situación Problemática.....	11
1.2. Formulación del Problema	11
1.3. Objetivos	12
1.4. Justificación.....	12
1.5. Alcances	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	14
2.1. Antecedentes de la investigación.....	14
2.2. Bases Teóricas.....	15
2.2.1. Red de Comunicaciones	15
2.2.2. Modelos de Propagación	20
2.3. Marco Conceptual	21
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	23
3.1. Método	23
3.1.1. Tipo de Investigación	23
3.1.2. Enfoque de Investigación	23
3.1.3. Nivel de Investigación.....	23
3.1.4. Diseño de Investigación	23
3.1.5. Población.....	23
3.1.6. Muestra y Muestreo.....	23
3.2. Técnicas.....	24

3.2.1.	Técnicas de recolección de datos.....	24
3.2.2.	Instrumentos	24
3.2.3.	Técnicas de procesamiento de datos.....	24
3.3.	Herramientas	24
3.3.1.	Planificación del Proyecto de Diseño	25
3.3.2.	Ejecución del Proyecto de Diseño	28
CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA.....		30
4.1.	Descripción de las Actividades Realizadas	30
4.1.1.	Planificación del Proyecto de Diseño	30
4.1.2.	Búsqueda y Adquisición de Sitios	33
4.1.3.	Evaluación de la infraestructura	43
4.1.4.	Energía Eléctrica en el Nodo Terminal (NT-Enlaces PMP).....	50
4.1.5.	Evaluación del Sistema de Protección Eléctrica del Nodo Terminal	51
4.1.6.	Evaluación de Equipamiento del Nodo Terminal (NT enlaces PMP).....	54
4.2.	Descripción de los artefactos elaborados	68
4.2.1.	Ejecución del Proyecto de Diseño	68
4.3.	Descripción de la solución tecnológica	69
4.3.1.	Fase de Simulación.....	69
4.3.2.	Simulación de Enlace Microondas Punto a Multipunto	69
CAPÍTULO V: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA.....		75
5.1.	Resultados Respecto a la Funcionalidad	75
5.2.	Resultados Respecto a la Fiabilidad	76
5.3.	Resultados respecto a la Sostenibilidad.....	77
5.4.	Resultados Respecto a la Eficiencia	78
CONCLUSIONES.....		79
RECOMENDACIONES		80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		81
ANEXOS.....		83

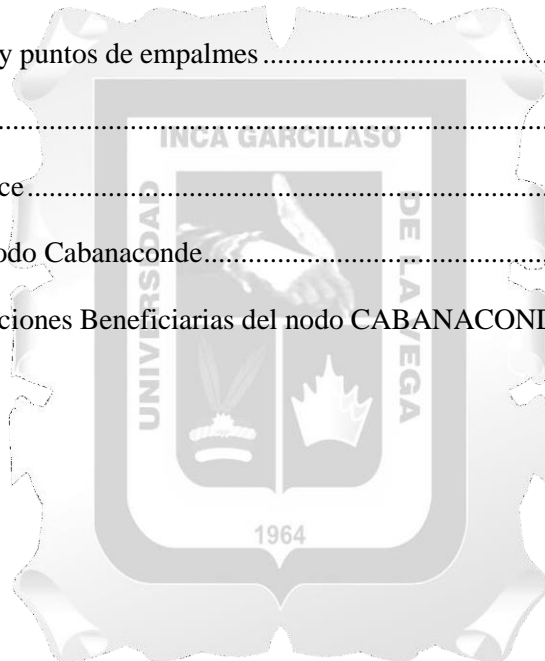
ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Modelo OSI.....	16
Figura 2: Modelo TCP/IP.....	17
Figura 3: Modelo de diseño jerárquico.....	17
Figura 4: Aplicaciones de WiMAX.....	20
Figura 5: Propagación en Espacio Libre.....	21
Figura 6: Recorrido de red F.O. (Caporaque, Yanque, Ichupampa y Achoma).....	31
Figura 7: Recorrido de red F.O. (Maca, Lari, Madrigal y Cabaconde).....	32
Figura 8: Área de búsqueda en el distrito de Caporaque. Provincia de Caylloma.....	34
Figura 9: Área de búsqueda en el distrito de Yanque. Provincia de Caylloma.....	34
Figura 10: Área de búsqueda en el distrito de Ichupampa. Provincia de Caylloma.....	35
Figura 11: Área de búsqueda en el distrito de Achoma. Provincia de Caylloma.....	35
Figura 12: Área de búsqueda en el distrito de Maca. Provincia de Caylloma.....	36
Figura 13: Área de búsqueda en el distrito de Lari. Provincia de Caylloma.....	36
Figura 14: Área de búsqueda en el Distrito de Madrigal. Provincia de Caylloma.....	37
Figura 15: Área de búsqueda en el distrito de Cabaconde. Provincia de Caylloma.....	37
Figura 16: Instalación de Suministro en una caja.....	41
Figura 17: Instalación de Suministro en un Murete.....	42
Figura 18: Cerco perimétrico de Nodo de Comunicaciones de Red de Acceso. Corte A-A.....	45
Figura 19: Cerco perimétrico de Nodo de Comunicaciones de Red de Acceso. Corte B-B.....	46
Figura 20: Nodo de comunicaciones-Torre Autosoportada de 15m.....	47
Figura 21: Vista de la Planta del Nodo de comunicaciones.....	50
Figura 22: Pararrayo Tetrapuntal.....	51
Figura 23: Detalle del SPAT del Nodo Terminal.....	53
Figura 24: Antena ePMP 1000 Marca Cambium Network.....	55
Figura 25: Shelter Eltek del Nodo Terminal.....	56
Figura 26: Switch Nokia OS 6450 DC-P24.....	57
Figura 27: Alcatel Lucent SR7750.....	58

Figura 28: ELTEK Power Core 6Kw-48V/220V	59
Figura 29: FIAMM 12XL205 de 12V	59
Figura 30: Eltek Ventilation System (EVS)	60
Figura 31: Diagrama de Interconexión de Red en el Receptor.....	61
Figura 32: Diagrama de conexión eléctrica en el Receptor.....	62
Figura 33: Router MIKROTIC RB750r2 (hEX lite) y Adaptador 12V/0.5A.....	63
Figura 34: Switch DGS-1210-10P-Dlink (8-ports Gigabit - 2-ports Combo UTP/SFP; PoE Smart Switch)	64
Figura 35: XR-320-Multi-Device Wired and Wireless Connectivity.....	65
Figura 36: ePMP Force 180, 5GHz, Cambium Network	66
Figura 37: ODF de 24 puertos de Fibra Óptica	67
Figura 38: Configuración de AP ePMP Link Planner	70
Figura 39: Vista de coordenadas GPS del Nodo de Cabanaconde hacia el Colegio Niño Jesús.....	71
Figura 40: Vista Satelital con coordenadas GPS del Nodo Cabanaconde hacia la Posta Medica	72
Figura 41: Vista Satelital con coordenadas GPS del Nodo Cabanaconde hacia la Comisaria	72
Figura 42: Desnivel del Ap y Cpe I.E. NIÑO JESUS DE CABANACONDE	73
Figura 43: Desnivel del Ap y Cpe Comisaria de CABANACONDE	73
Figura 44: Desnivel del Ap y Cpe Centro de Salud de CABANACONDE	73
Figura 45: Vista Satelital del Ap y Cpe de las Instituciones Beneficiarias de CABANACONDE	74
Figura 46: Diseño Red de Transporte.....	76
Figura 47: Simulación de enlace microondas en Link Planner a la institución educativa.....	77
Figura 48: Prueba DNS y test de velocidad que se espera lograra en instituciones beneficiadas	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Redes de comunicación.....	16
Tabla 2. Cables de fibra óptica.....	18
Tabla 3. Enlaces de salida a internet.....	18
Tabla 4. Componentes de la red ISP.....	19
Tabla 5: Diagrama de Gantt.....	29
Tabla 6: Entidades Beneficiarias por Distrito.....	33
Tabla 7: Distancia desde las entidades beneficiarias.....	39
Tabla 8: Puntos de referencia por Distrito de interés.....	40
Tabla 9: Características técnicas de Router MIKROTIC RB750r2.....	63
Tabla 10: Distancias de F.O. y puntos de empalmes.....	67
Tabla 11: Especificaciones.....	68
Tabla 12: Parámetros de enlace.....	69
Tabla 13: Coordenadas del nodo Cabanaconde.....	70
Tabla 14. Nombres de Instituciones Beneficiarias del nodo CABANACONDE.....	70



RESUMEN

El presente trabajo de Tesis consiste en el Diseño de una Red de Comunicaciones para mejorar el acceso al Internet de Banda Ancha a la Provincia de Caylloma – Arequipa, y tiene como objetivo la conectividad de los usuarios a Internet, con redes de alta capacidad de transmisión que permita atender las necesidades de comunicaciones de banda ancha, en ese sentido lograr la integración de ocho (08) distritos, de la provincia de Caylloma (Coporaque, Yanque, Ichupampa, Achoma, Maca, Lari, Madrigal y Cabanaconde), departamento de Arequipa. El Proyecto de investigación está centrado y estructurado sobre la forma de resolver el problema de comunicación de los principales distritos de la provincia de Caylloma, departamento de Arequipa. Actualmente, los distritos de la provincia de Caylloma cuentan solo con comunicación por voz, por parte de las Empresas operadoras Claro y Movistar, las mismas que brindan un servicio móvil 2G y 3G - sobre el particular se considera una primera necesidad de prestar el servicio de internet de banda ancha para reducir la brecha digital en dicha provincia, y del mismo modo aumentar la conectividad (acceso y transporte), razón por la cual el presente trabajo de investigación plantea el Diseño de una red de comunicaciones para mejorar el acceso al internet de banda ancha en la provincia de Caylloma-Arequipa. El presente diseño implica la construcción de una red de transporte óptico (a través de fibra óptica) mediante el tendido de Fibra ADSS, por intermedio de postes, para llegar a los distritos beneficiados a través de Enlaces PmP (Punto Multi Punto), y en ese sentido brindar el servicio de banda ancha a los distritos beneficiados.

A lo largo de los capítulos considerados en la presente Tesis se estructura el planteamiento de una solución. Finalmente, en el desarrollo de la tesis respecto de las conclusiones finales, se determina que es viable la funcionalidad, fiabilidad, sostenibilidad, eficiencia de la red de comunicación planteada en la presente tesis de investigación.

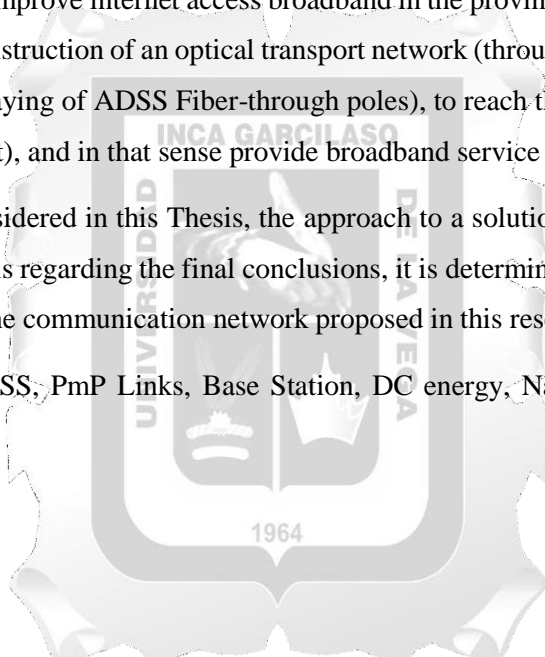
Palabras Claves: Fibra Óptica, ADSS, Enlaces PmP, Estación Base, energía DC, Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica (RDNFO).

ABSTRACT

The present thesis work consists of the Design of a Communications Network to improve access to Broadband Internet to the Province of Caylloma - Arequipa, and its objective is the connectivity of users to the Internet, with networks of high transmission capacity. that allows meeting the needs of broadband communications, in that sense achieve the integration of eight (08) districts, of the province of Caylloma (Coporaque, Yanque, Ichupampa, Achoma, Maca, Lari, Madrigal and Cabanaconde), department of Arequipa. The research project is focused and structured on how to solve the communication problem of the main districts of the province of Caylloma, department of Arequipa. Currently, the districts of the province of Caylloma have only voice communication, by the operating companies Claro and Movistar, the same ones that provide a 2G and 3G mobile service - in this regard, it is considered a first need to provide the service of broadband internet to reduce the digital gap in said province, and in the same way increase connectivity (access and transport) -, which is why this research work proposes the Design of a communications network to improve internet access broadband in the province of Caylloma-Arequipa. The present design implies the construction of an optical transport network (through optical fiber) and a wireless access network through the laying of ADSS Fiber-through poles), to reach the Districts of interest through Links PmP (Multi Point Point), and in that sense provide broadband service in the benefited districts.

Throughout the chapters considered in this Thesis, the approach to a solution is structured. Finally, in the final development of the thesis regarding the final conclusions, it is determined that the functionality, trust, sustainability, efficiency of the communication network proposed in this research thesis is viable.

Keywords: Fiber Optic, ADSS, PmP Links, Base Station, DC energy, National Fiber Optic Backbone Network (RDNFO).



INTRODUCCIÓN

El creciente avance de la tecnología que viene desarrollando el Perú, permite que los servicios de telecomunicaciones avancen y que se desarrollen de forma extendida a zonas alejadas del Perú, uno de los Proyectos que ha permitido tal progreso son los proyectos Regionales de banda Ancha, los mismos que se encuentran en despliegue, que se viene desarrollando actualmente PRONATEL.

La Provincia de Caylloma tiene el problema de falta de acceso a Internet, ya que actualmente tecnología 2G que proveen las operadoras Claro y Movistar solo puede transmitir voz. En la presente Tesis de Diseño se elabora un diseño de comunicaciones usando fibra óptica y Enlaces PmP que se pueda implementar en un futuro no muy distante y así la Provincia de Caylloma pueda acceder a un servicio de banda ancha, y permita de tal forma reducir la brecha digital existente en la zona de estudio, conllevando ello un impacto social en una zona de preferente interés social.

Visto desde el medio de transmisión, las redes de Fibra Óptica tienen grandes beneficios, estas pueden transmitir grandes cantidades de información a grandes distancias. Así mismo, las redes inalámbricas son la mejor opción de acceder al usuario, a través de antenas sin depender de un medio físico. Ambas redes en la actualidad presentan costos más accesibles para las empresas operadoras y o cualquier empresa privada que tenga un proyecto de expansión en esa medida.

Durante el desarrollo de la tesis, se plantea una estructura de solución que aborda cinco (05) capítulos. En el **Capítulo 1**, se considera el PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, tratando de explicar la situación problemática, la formulación del problema, objetivos, justificación y el alcance de la presente investigación. El **Capítulo 2**, trata sobre el MARCO TEÓRICO, por lo que se considera los antecedentes de la investigación, bases teóricas y marco conceptual. En el **Capítulo 3**, se abarca la METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN, de las cuales se definieron los método, técnicas y herramienta para llevar a cabo el trabajo de investigación. El **Capítulo 4**, comprende el DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA, donde se llevó a cabo las descripciones de las actividades realizadas, de los artefactos elaborados y de la solución tecnológica. El **Capítulo 5**, engloba la VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA donde se puntualizaron los resultados respecto a la funcionalidad, fiabilidad, sostenibilidad y la eficiencia. Al final del informe se formularon las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Cabe resaltar que el diseño busca a través de una solución técnica y con el estudio de equipamiento e infraestructura idónea, lograr dar una propuesta técnica respecto de la viabilidad de un proyecto de telecomunicaciones, en una zona de preferente interés social y como efecto colateral contrarrestar el crecimiento de la brecha digital.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Situación Problemática

En la actualidad la tecnología en el Perú y el mundo experimenta un rápido crecimiento, lo que conlleva a que las redes de telecomunicaciones tengan que seguir implementándose y modernizándose para satisfacer las necesidades de comunicación. Las personas tienen la necesidad de conexión e intercambio informativo empleando tecnologías que tengan como base el internet para lograr mejoras en la calidad educativa y comunicativa. Asimismo, involucra tener conocimiento del impacto de la red en las empresas, los Gobiernos, y la ciencia sobre la inclusión de la igualdad de oportunidades para la población peruana.

Las zonas rurales generalmente son las que están más alejadas a la capital, de difícil acceso geográfico que albergan a las personas en situación de pobreza; debido a ello, se hace necesario generar contribuciones que permitan, a través de proyectos o investigaciones, determinar el modo en que mejoraría la calidad de la población peruana en condición de pobreza. Por ello, se hace necesario que se fomente el acceso a las redes de comunicación, así como su divulgación para generar una economía sostenible que haga posible la reducción o eliminación de la pobreza.

A pesar de las dificultades geográficas de las zonas rurales, estas tienen los medios suficientes para desarrollarse, pero lamentablemente no tienen los medios o redes de acceso a la información, la cual es necesaria para su desarrollo.

La Provincia de Caylloma es una de las ocho que conforman el Departamento de Arequipa, bajo la administración del Gobierno Regional, posee una superficie aproximada de 14 019.46 km² con una población de 86 542 habitantes, cuya capital es el distrito de Chivay. La provincia de Caylloma está conformada por 20 distritos.

Para este Proyecto los distritos beneficiados son los que se encuentran al margen izquierdo y derecho del Cañón del Colca los cuales últimamente han tenido un gran crecimiento a nivel de economía gracias a la construcción de nuevas carreteras, energía eléctrica, y al turismo, ya que son visitados por cientos de turistas en varias fechas festivas del año, esto ha ocasionado la creación de varios comercios como hoteles, restaurantes, generando más oportunidades de trabajo para los habitantes de los distritos de Caylloma.

1.2. Formulación del Problema

- **Problema General:**

¿En qué medida el diseño de una Red de Comunicaciones influye en la mejora del acceso a internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma?

- **Problemas Específicos**

¿En qué medida la **funcionalidad** de un diseño de una Red de Comunicaciones influye en la mejora del acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma?

¿En qué medida la **fiabilidad** de un diseño de una Red de Comunicaciones influye en la mejora del acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma?

¿En qué medida la **sostenibilidad** de un diseño de una Red de Comunicaciones influye en la mejora del acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma?

¿En qué medida la **eficiencia** de un diseño de una Red de Comunicaciones influye en la mejora del acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma?

1.3. Objetivos

- **Objetivo General:**

Determinar cómo influye un diseño de una Red de Comunicaciones en la mejora del acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma.

- **Problemas Específicos**

Determinar cómo influye la **funcionalidad** de un diseño de una Red de Comunicaciones en la mejora del acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma.

Determinar cómo influye la **fiabilidad** de un diseño de una Red de Comunicaciones en la mejora del acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma.

Determinar cómo influye la **sostenibilidad** de un diseño de una Red de Comunicaciones en la mejora del acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma.

Determinar cómo influye la **eficiencia** de un diseño de una Red de Comunicaciones en la mejora del acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma.

1.4. Justificación

Actualmente en el país las redes de telecomunicaciones se centran básicamente en la capital en donde se tienen todos los servicios de comunicaciones, pero lamentablemente se está dejando de lado a las provincias y distritos más alejados de nuestro país. Es así que los habitantes de las zonas rurales tienen limitaciones en cuanto al acceso comunicativo, teniendo que trasladarse a otros sitios para obtener acceso a alguna forma de comunicación, ocasionando gastos en desplazamiento, y pérdida de tiempo. Por tal motivo, la implementación de redes de comunicaciones logrará que se genere interacción y desarrollo interpersonal, interempresarial e interinstitucional local y globalmente.

Se presenta un diseño de una red de comunicaciones para la provincia de Caylloma – Arequipa, en donde existe la necesidad acceso a las comunicaciones de banda ancha, para la cual se realizará la implementación de redes de fibra óptica y Enlaces PmP con la finalidad de satisfacer nuevas necesidades de comunicación en las entidades más representativas.

Por último, emplear Internet de banda ancha permitirá que los habitantes, hogares y empresas accedan y adopten distintos servicios comunicativos, generando nuevas destrezas, habilidades y talentos, además

de lograr mejoras en cuanto a conocimiento y accediendo a nuevos conocimientos. Asimismo, el Internet traerá efectos positivos como: aumento de productividad, diversificación productiva y mejoras en cuanto eficiencia, lo cual logrará el bienestar de los habitantes de Caylloma.

1.5. Alcances

El Estudio de la presente Tesis, considera los siguientes Alcances:

- **Estudio del problema de la red de comunicación actual.**

La problemática actual se presenta en la brecha digital (déficit) que se tiene actualmente en los distritos de Caylloma, departamento de Arequipa, por la lejanía de los distritos y la compleja geografía que impide a la empresa privada una inversión de este tipo.

- **Estudio de campo de zonas geográficas para obtener los datos para el diseño.**

La investigación implica una recolección de datos o estudio de gabinete en los distritos de interés, con el propósito de disponer de una base de datos, tales como coordenadas de los Nodos y evaluación del perfil geográfico.

- **Generar el diseño final de la red de comunicación a través de fibra óptica y Enlaces PmP.**

En base a la ubicación de las estructuras de media y alta tensión, evaluar la propuesta para del recorrido de la fibra óptica y enlaces PmP, eso se logrará contando con los datos necesarios tales como coordenadas, recorrido de fibra óptica, evaluación del equipamiento a utilizar en el diseño, caseta de comunicaciones, infraestructura, ubicación de entidades beneficiadas, etc.

- **Promover con este trabajo de investigación el desarrollo de estudios de diseño relacionados a la implementación de soluciones de ancho de banda (internet).**

Como efecto colateral y de forma académica se busca que la investigación conlleve a futuros trabajos de este tipo, con la finalidad de plantear propuesta de estudio técnico para la extensión de proyectos de telecomunicaciones en zonas de interés social.

- **Garantizar la calidad y servicio al usuario.**

En la medida de seguir la línea de una buena calidad del servicio de telecomunicaciones, y en consideración de buscar una continuidad, en el uso del servicio por parte del usuario y elevar la percepción de la mejora del servicio a nivel de usuario, con el presente diseño uno de los efectos colaterales que se lograría es continuidad del servicio por parte del usuario bajo un escenario de movilidad.

- **No se requieren gastos considerables de cableado de última milla.**

En la medida que las soluciones PmP no requieren mucha inversión, bajo costo, resulta más viable su implementación, vista como una solución que brinde la flexibilidad para la propuesta de una extensión del servicio de banda ancha en la provincia de Caylloma.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Nuñez (2018) en su investigación se planteó como objetivo principal la propuesta del diseño de una red de transporte Interdepartamental, que hará uso de la fibra óptica como medio de transporte, y que se orienta a satisfacer la creciente demanda de banda ancha, logrando mejores estados de conectividad en Arequipa, Tacna, Moquegua y Puno en la próxima década. Emplea un diseño analítico de red de transporte, teniendo como base un análisis de nivel estadístico de las regiones en mención. Se obtuvo como resultado que el diseño cumple con el propósito del proyecto, empleando un diseño de red que emplee fibra óptica y haga uso de tecnología DWDM, por su capacidad de convergencia emplea una tipología en anillo y que posea confiabilidad de red de acuerdo a tolerancia de robustez y fallas.

Reinosa (2018) en su tesis tuvo como propósito el diseño de una Red de Banda Ancha empleando fibra óptica y tecnología WiMAX con el propósito de lograr mejoras en cuanto al acceso de telefonía e internet de los pobladores rurales de Piura, haciendo uso de un estudio de nivel demográfico que permitió determinar el ancho de banda que será necesario para lograr que se cubra la red. Además de que se diseñó una red de transporte óptico y una inalámbrica con selección de componentes respectiva. Luego de obtener los resultados, se logró cumplir con el objetivo planteado en el proyecto, una red que cubra la Provincia de Piura.

Janampa (2019) en su investigación tuvo como propósito la realización de un diseño de red que emplee fibra óptica para brindar soluciones a los problemas que posee la región sobre los servicios de telefonía, internet, televisión y multimedia. Investigación no experimental y transversal. Los resultados permitieron determinar que implementar la red en cuestión logrará que los pobladores de Cerro de Pasco logren tener acceso a los servicios previamente mencionados con mejores velocidades en comparación con la transmisión de datos ADSL. En conclusión, los clientes podrán acceder a un servicio de calidad y que cumpla con estándares de justicia.

Iguavita (2021) En su investigación titulada Diseño de una red de fibra óptica GPON para el barrio Chicalá de Bogotá bajo los lineamientos de gestión de proyectos del PMI tiene como objetivo diseñar una solución GPON para el barrio Chicalá bajo los lineamientos de planeación y gestión de proyecto del PMBOK, que sirva de guía para una posible implementación que ofrezca mejor banda ancha a los abonados, empleando una metodología descriptiva, debido a que recopilará información para posteriormente plantear el diseño de una red GPON y del mismo modo, describir el desarrollo del proyecto bajo el marco de referencia PMI que se enfoca en la gerencia de proyectos obteniendo como resultado que el análisis de la banda ancha que va a ser ofrecido es vital para poder estructurar de una manera idónea cual será el despliegue de la solución, es importante al momento de definir este valor conocer la velocidad ofrecida por el puerto OLT y la cantidad de usuarios que va a soportar.

Gonzales (2018) en su investigación titulada Diseño de una Red Inalámbrica de Banda Ancha para un Entorno Rural tiene como objetivo implementar una red de comunicaciones basada en tecnologías inalámbricas que permitan ofrecer una cobertura WiFi total en el municipio de Valdeavellano, pequeño pueblo de la provincia de Guadalajara empleando una metodología basada en la documentación en la que se presenta el estudio del arte de las tecnologías WiMAX y Wi-Fi en las que se basa la propuesta. Se obtuvieron como resultados el poder desplegar redes de datos en zonas rurales, donde las grandes operadoras no ven rentabilidad en la implementación de soluciones cableadas. Este tipo de soluciones, por tanto, permiten dotar de redes de banda ancha a núcleos hasta ahora excluidos de disfrutar de los servicios básicos que aporta Internet, reduciendo así la brecha digital en este tipo de zonas.

Yupanqui (2021) en su investigación titulada Diseño de red de fibra óptica de interconexión con la red dorsal para la Municipalidad Distrital de Cajamarquilla provincia de Huaraz-2018, tiene como objetivo realizar la propuesta de diseño de red de fibra óptica de interconexión con antena satelital, que permita conectar y transmitir la información en alta velocidad para la municipalidad distrital de Cajamarquilla provincia de Huaraz en el año 2018, empleó un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental y corte transversal. La población estuvo conformada por 30 trabajadores y muestra fue de 30 trabajadores. Obtuvo como resultado 16 trabajadores que representan el 53,30% consideran que tienen una mala interconexión de red, seguido de 12 trabajadores que representan el 40,00% consideran una regular interconexión de red y por último se tiene que 2 trabajadores que representan el 6,70% consideran una buena interconexión de red. Por lo tanto, más del 50,00% de la población muestra la necesidad de una propuesta del diseño de red de fibras óptica de interconexión con antena satelital.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Red de Comunicaciones

Se define como un conjunto de medios técnicos, lo cual permite que exista la intercomunicación entre equipos con autonomía. En ese contexto, la red hace uso de medios de propagación por los cuales se transporta la información (cableado de cobre, aire, fibra óptica entre otros), por medio de ondas analógicas, digitales o mixtas (Guimi, 2009).

2.2.1.1. Clasificación de las Redes de Comunicación

La clasificación de redes se observa en la siguiente tabla:

Por extensión	Redes personales (PAN), locales (LAN), extensas (WAN).
Por tipología	Estrella, bus, malla, anillo, mixta.
Por arquitectura	Redes conmutadas y de difusión.
Por técnica de conmutación	Por circuitos: Se emplea como infraestructura para protocolos que se orientan a la conexión, además, emplea un medio físico para la comunicación
	Por paquetes: Se emplea como infraestructura para protocolos que se orientan a la desconexión; emplea redes de internet para establecer conexión

Tabla 1. Redes de comunicación

Nota. Elaboración propia

2.2.1.2. Arquitectura de una Red de Comunicaciones.

Según Aldo (como está citado en Cuba, 2020) este concepto se refiere a la forma de distribución por capas mediante la cual operan los protocolos constitutivos del sistema comunicativo al completo, lo cual incluye la red y los servicios finales. Asimismo, las capas en mención se encuentran en jerarquías, de tal modo que provee servicios a la siguiente, lo cual permite que cada una de ella se ocupe de un nivel menor (al cual solicita funciones) y de un nivel mayor (al cual ofrece funciones transparentemente).

Modelo OSI: Se constituye como una normativa estándar de red de la Organización Internacional de Normalización (ISO) y que se compone por 7 capas que son usadas como referentes para la definición de conceptos de arquitectura de sistemas comunicativos (Miranda, 2014).

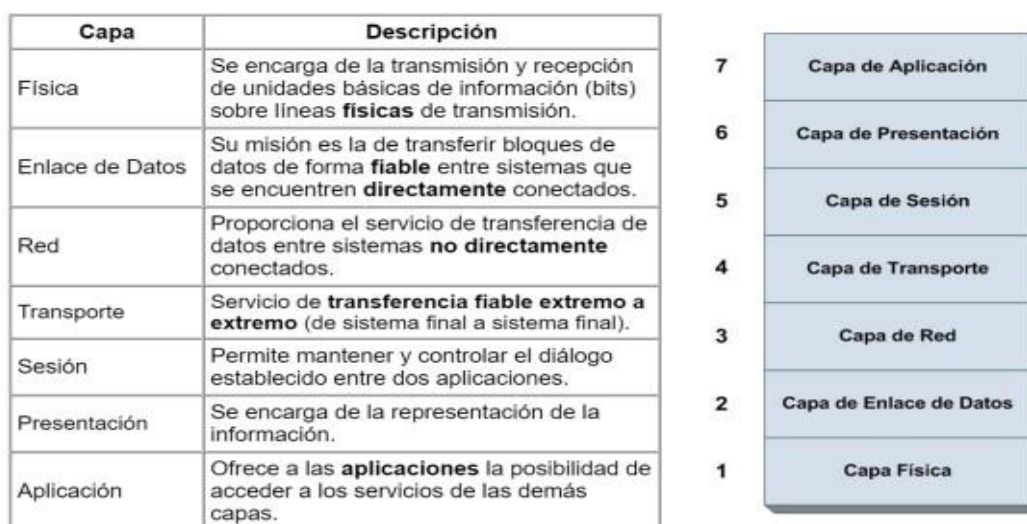


Figura 1: Modelo OSI

(Fuente: Miranda, 2014)

Modelo TCP/IP: Se compone por cuatro capas; además, recibe el nombre de Modelo de Internet estandarizado, el cual le fue dado por el Internet Engineering Task Force (IETF) (Miranda, 2014).

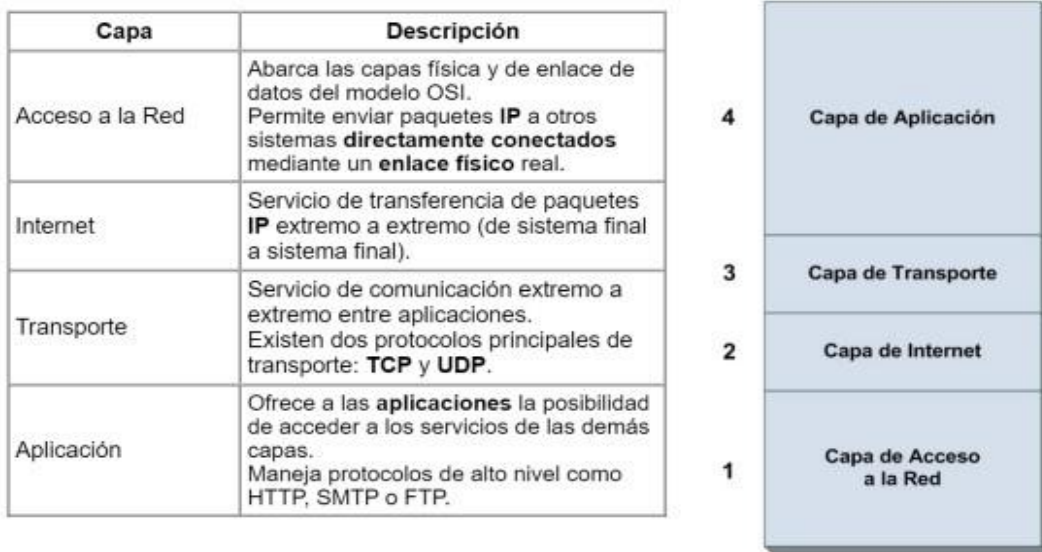


Figura 2: Modelo TCP/IP

(Fuente: Miranda, 2014)

Modelo de diseño jerárquico Realiza sus operaciones en las tres primeras capas del modelo OSI, el cual simplifica el diseño, lo cual permite que se implementen en cada función propia de forma individual (Academy, 2018). Además de ello, este modelo incorpora tres capas (Figura 3).

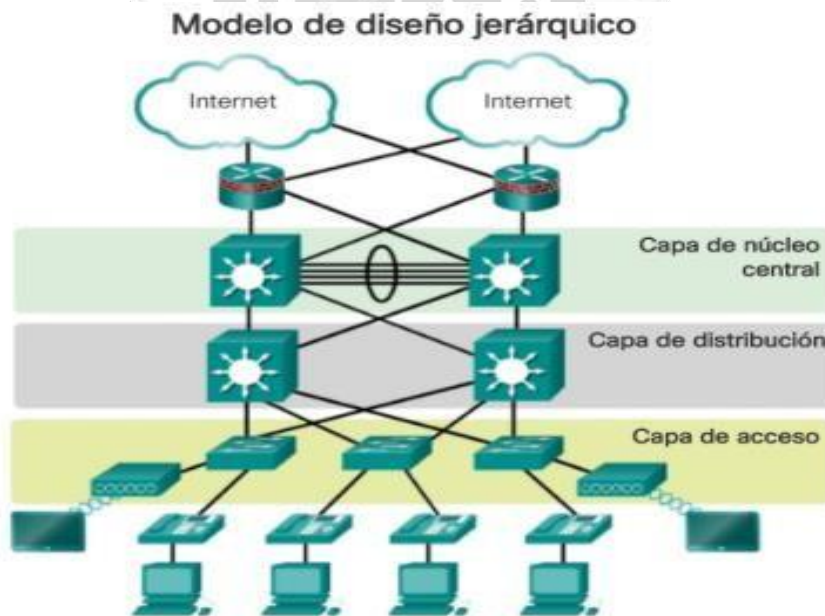


Figura 3: Modelo de diseño jerárquico

(Fuente: Academy, 2018)

2.2.1.3. Redes de Fibra Óptica.

Sistema que se despliega en base a la tecnología de fibra óptica y que hace eso de sistemas de emisión láser (SATRA, 2017). Los tipos de cable que emplea esta red se muestran en la Tabla 2.

Multimodo	Cable de propagación múltiple. Presenta 2 tamaños de núcleo y 5 variantes: 62,5 micras OM1, 50 micras OM2, 50 micras OM3, 50 micras OM4 y 50 micras OM5. Además de ello, es el más óptimo para redes LAN
Monomodo	Cable con una propagación de un solo modo. Es el más óptimo para instalaciones externas de planta.

Tabla 2. Cables de fibra óptica

Nota. OM: Modo óptico. Adaptado de SATRA (2017)

2.2.1.4. Banda Ancha

Hace posible establecer conexiones de velocidad alta a Internet, posibilitando el acceso a la comunicación, información y servicios de distintas naturalezas, empleando aplicaciones educativas, de trabajo, etc. De esta manera, se incrementan los valores de productividad, contribuyendo al crecimiento social y económica; por lo cual necesita tener un papel principal en las estrategias estatales del desarrollo. Asimismo, las potencialidades de este instrumento han recibido el reconocimiento de diversos Estados y organismos internacionales (MTC, 2021).

Asimismo, de acuerdo con el Banco Mundial, la banda ancha ocasiona que se experimente incrementos en la productividad, además de realizar contribuciones respecto al crecimiento económico. En tal sentido, es necesario que cumpla un rol en las medidas que buscan el desarrollo en los países. Ello se evidencia en que si se aumenta en un 10% las conexiones de banda ancha, el crecimiento económico nacional experimentaría un crecimiento del 1.3% (MTC, 2011).

Redes de Banda Ancha

Es necesario que, para que se pueda brindar acceso a internet, estas redes cuenten con un conjunto de elementos, los cuales son (ITU, 2013):

Enlaces de Salida a Internet

Enlaces comunicativos que hacen posible la interconexión de redes de telecomunicación del ISP (Proveedor de Servicios de Internet). La tabla 3 menciona los tipos de enlaces existentes:

Internacionales	Enlazan continentes y países vía cables de fibra óptica submarina
Locales	Enlaces con puntos de intercambio local. Se conocen como punto de acceso a NAP. De manera usual, emplean fibra óptica.

Tabla 3. Enlaces de salida a internet

Nota. Elaboración propia

Red de Telecomunicaciones del ISP

En la tabla 4 se menciona los componentes de este tipo de red:

Núcleo de red	Compuesto de manera principal por equipos y redes que cuentan con alta velocidad y capacidad, los cuales hacen posible la concentración de usuarios, empleando enlaces a nivel internacional.
Red de transporte	Infraestructura para el transporte de señales comunicadoras. Se constituye por enlaces de distintas ciudades, regiones, provincias, etc., empleando fibra óptica y enlaces microondas y satelitales.
Red de acceso	Infraestructura de conexión de terminales de usuarios. Alcance corto, en un distrito y emplea ADSL, WiMAX, HSPA, etc.

Tabla 4. Componentes de la red ISP

Nota. Elaboración propia

Se debe hacer mención de que, en la actualidad, las tecnologías que ofrecen las compañías nacionales de internet de banda ancha, emplean acceso inalámbrico LTE, UMTS y HSPA. Asimismo, GPRS y EDGE son tecnologías que bricán accesos a internet movil, pero sus velocidades son inferiores en comparación (Bossio, 2011).

Evolución de las Redes Inalámbricas de Banda Ancha

Según Andrews, Ghosh y Muhamed (como está citado en Agapito y Peralta, 2016) Las redes de banda ancha son desarrolladas para encontrar alternativas competitivas frente a tecnologías tradicionales de cableado. Debido a que no se regula la industria de telecomunicación y a que el internet experimenta un rápido crecimiento, los proveedores de este servicio se vieron estimulados. Diez años antes, se desarrolló un gran número de sistemas que presentaban variaciones de desempeño, frecuencias operativas, aplicaciones y protocolos.

Conforme a WiMax, las redes de banda ancha han experimentado evoluciones en cuatro etapas, pero no necesariamene en esta secuencia: (i) Primera Generación de sistemas LOS, (ii) Sistemas inalámbricos de banda ancha basados en estándares, (iii) Sistemas inalámbricos de bucle local de banda angosta, y (iv) Segunda Generación de sistemas NLOS (Andrews y cols., 2007).

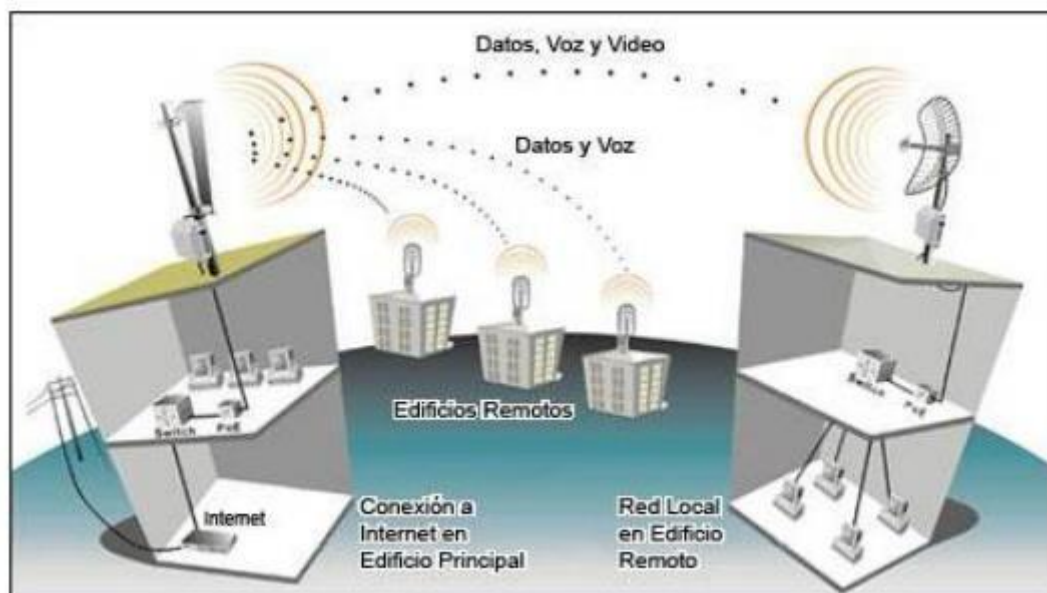


Figura 4: Aplicaciones de WiMAX

(Fuente: Agapito y Peralta, 2016)

2.2.2. Modelos de Propagación

Según Andrews, Ghosh y Muhamed (como está citado en Agapito y Peralta, 2016) el modelo de propagación es una fórmula basada en experimentos para el cálculo y la predicción eficientes de la propagación de ondas de radio. Hay muchos modelos, y todos se basan en las medidas observadas. Los modelos tienen en cuenta los efectos de atenuación, reselectión, difracción y dispersión. Los modelos de reproducción se diseñan de acuerdo con escenarios de reproducción específicos, lo que hace que el fenómeno de reproducción sea lo más realista posible. La prevalencia en áreas abiertas se calcula usando modelos topográficos, mientras que en áreas urbanas se calcula usando un modelo desarrollado en escenarios similares. Finalmente, la ciudad está compuesta por diferentes clasificadores ambientales, por lo que se deben utilizar diferentes modelos y parámetros de difusión para hacer una predicción aproximada de la cobertura.

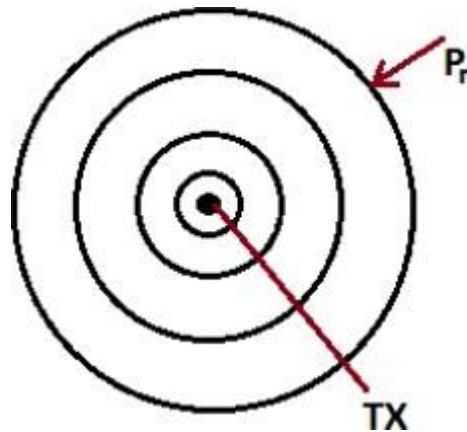


Figura 5: Propagación en Espacio Libre

(Fuente: Agapito y Peralta, 2016)

2.3. Marco Conceptual

1. **RDNFO.** La Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica es el complemento para las bandas de tecnología 4G LTE por la calidad y cantidad de datos que se podrán transmitir a altas velocidades. Asimismo, permitirá reducirán los costos de acceso a Internet hasta en un 80%, mejorando la calidad de vida de todos los peruanos.
2. **Red de acceso.** Red que va desde las capitales de distrito hasta los CCPP beneficiarios del servicio de Internet e Intranet. Por lo general, del nodo de fibra óptica ubicado en la capital de distrito, se tiene enlaces de microondas (enlaces Punto a Punto) de alta capacidad que llegará a los CCPP. Luego, mediante enlaces Punto a Multipunto se distribuirá el servicio a los usuarios (More & Argandoña, 2018).
3. **Fibra óptica.** Es un medio de transmisión que utiliza la luz para enviar y recibir información a una velocidad mucho mayor que otros medios de transmisión. (More & Argandoña, 2018).
4. **Arrendamiento de Fibra Oscura.** Un cable de fibra óptica contiene muchas fibras, algunas de las cuales utiliza el portador y otras no. Los cables utilizados se denominan conductores de luz, mientras que los cables que no utiliza el operador se denominan conductores oscuros. (More & Argandoña, 2018).
5. **Internet.** El término "Internet" (con una "i" minúscula) se usa para describir un grupo de redes interconectadas. Para referirse a la red mundial interconectada de computadoras, o World Wide Web, se utiliza el término "Internet" (con "I" mayúscula). (CISCO, 2016).
6. **Tolerancia a fallas.** Se espera que Internet esté siempre disponible para los millones de usuarios que dependen de este servicio. Lograr esto requiere una arquitectura de red desarrollada para ser

tolerante a fallas. Una red tolerante a fallas es aquella que limita el impacto de las fallas para que se vean afectados el menor número posible de dispositivos (CISCO, 2016).

- 7. Conectividad.** Esta es una de las características de las redes, si no de su propia naturaleza, que a medida que ascienden, hasta traspasar cierto umbral, la conexión se vuelve incontrolable. (Malaver et al., 2010).



CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método

3.1.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación del presente trabajo fue de forma Aplicada. Según Cabezas, Naranjo y Torres, (2018) las generaciones de nuevos conocimientos pueden tener un uso inmediato en la resolución de un problema en específico.

3.1.2. Enfoque de Investigación

El enfoque del estudio fue el cuantitativo, ya que se va centrar en los análisis numéricos de los datos obtenidos a través de las encuestas. Teniendo en cuenta a Hernández, Fernández y Baptista (2014) emplea la recopilación de datos para demostrar hipótesis con base en la mensuración numérica y en el análisis estadístico, con el objetivo de implantar pautas de comportamiento y justificar teorías.

3.1.3. Nivel de Investigación

El nivel del estudio fue el descriptivo – explicativo. De acuerdo con Hernández et al. (2014), el nivel es descriptivo porque busca especificar propiedades y características fundamentales de algún fenómeno que se estudie. Además, describe inclinaciones de una población o grupo.

Por otra parte Hernández et al. (2014) señalan que el alcance explicativo pretender determinar las causas de los fenómenos o sucesos que se analizan.

3.1.4. Diseño de Investigación

Por otro lado, el diseño de la presente investigación fue no experimental con carácter Transversal. Estos estudios se realizan sin manejo de variables y en los que los fenómenos se conciben únicamente en su contexto natural para ser estudiados. Por otro lado, la investigación transversal se refiere a estudios que recopilan información en un momento determinado (Hernández et al., 2014).

3.1.5. Población

Según Ñaupas et al. (2018) es el total de las unidades de estudio (personas, objetos, conglomerados, hechos o fenómenos), que contienen las características requeridas, para ser consideradas como tales. La población por tanto quedo definida por la provincia de Caylloma – Arequipa.

3.1.6. Muestra y Muestreo

La muestra se debe entender como una porción de la población que presenta las características requeridas para el estudio (Ñaupas et al., 2018). Asimismo, con el propósito de concretar el numero muestral, se empleó el muestreo no probabilístico por conveniencia, porque la elección de los sujetos no depende de la probabilidad, sino de las características del estudio y del criterio del investigador en base a la necesidad directamente observada (Ñaupas et al., 2018). Por lo tanto, en este estudio la

muestra estuvo constituida por Caporaque, Yanque, Ichupampa, Achoma, Maca, Lari, Madrigal y Cabanaconde.

3.2. Técnicas

3.2.1. Técnicas de recolección de datos

Como afirma Arias (2012) es el procedimiento o forma particular de obtener datos o información.

Para el desarrollo del presente estudio, se utilizó las siguientes técnicas de recolección de información, tales como: la observación y análisis documental.

3.2.2. Instrumentos

Citando a Arias (2012) un instrumento de recopilación de información es algún formato, recurso o dispositivo (en papel o digital), que se emplea para obtener, almacenar o registrar datos, durante la elaboración del estudio. Los instrumentos que se emplearon en esta tesis fueron las fichas de registros y bibliográficas. Adicionalmente, se emplearon otros instrumentos tales como:

- Mapas de relieve de la zona
- Camioneta
- GPS
- Cámara fotográfica
- Computadora portátil
- Binoculares
- Cinta métrica y medidor de distancia inalámbrico
- Cuaderno de apuntes

3.2.3. Técnicas de procesamiento de datos

Una vez conseguido los datos a partir de los instrumentos, se siguió con digitalizarlo y luego validarlo para el ingreso a la base de datos a través de hojas de cálculo (Microsoft Excel); esto facilitó su procesamiento por medio del software LINK Planner y Google Earth. Con estos últimos se ubicarán en el área de estudio la posición del nodo que distribuirá la señal hacia las viviendas e instituciones en la provincia de Caylloma – Arequipa, además de puntos adicionales de instituciones que recibirán el servicio de datos.

3.3. Herramientas

Esta investigación se centró en la aplicación de la metodología basada al seguimiento de buenas prácticas realizadas, así como también del estándar PMBOK (la cual es una guía de dirección de proyectos estandarizada por la ANSI/PMI 99-001-2001, PMBOK; por lo que describe métodos y prácticas que se deben tener en consideración desde que inicia un proyecto hasta que finaliza).

3.3.1. Planificación del Proyecto de Diseño

La Planificación del Proyecto de Diseño está compuesta por aquellos procesos realizados para establecer el alcance total del esfuerzo, definir y refinar los objetivos, y desarrollar la línea de acción requerida para alcanzar dichos objetivos.

3.3.1.1. Estudio de Gabinete.

Previo al estudio de campo es conveniente realizar un estudio que nos permita tener un panorama técnico respecto de la ubicación de los sitios, trayectoria de la red de media tensión (MT) y localidades que se beneficiaran en el proyecto.

Evaluación de la ubicación. Con el fin de conseguir los planos de ubicación partiremos de conocer la geografía de la zona y así evaluar la ubicación de los puntos o zonas de interés.

Determinación de la trayectoria de los postes de Media Tensión. Con el fin de obtener el diseño de la trayectoria de los postes de media tensión partiremos de conocer el plano cartográfico base de trayectoria de la concesionaria eléctrica y así determinar la trayectoria de los postes de media tensión que usaremos en el presente diseño.

Determinar las entidades beneficiadas en el proyecto. Con el fin de conseguir la lista de entidades y beneficiarias (sector salud, seguridad y educación) partiremos de la lista de entidades beneficiarias que se consideran en el presente proyecto de Diseño y así determinar las entidades beneficiaras en el proyecto.

3.3.1.2. Búsqueda y Adquisición de Sitios.

La búsqueda y adquisición de sitios tiene como finalidad identificar a los factibles candidatos (03) y posterior a un filtro y evaluación (tanto técnica como económica) definir una sola localidad desde donde se brindará el servicio de red inalámbrica. Además, la Búsqueda y adquisición nos permitirá reconocer en campo el diseño que se encuentra instalado, por parte de la concesionaria eléctrica, y finalmente gestionar el aspecto legal (alquiler del predio y Licencia de funcionamiento del servicio). En este despliegue es importante la participación de los siguientes profesionales: 01 Ingeniero de Telecomunicaciones, 01 Abogado y 01 Arqueólogo.

Búsqueda del terreno donde instalar el Nodo de Comunicaciones: Con el fin de encontrar los 03 candidatos iniciales, por localidad beneficiaria, y conociendo los planos de ubicación y entidades beneficiarias (colegios, establecimientos de salud y comisarías) buscaremos el terreno donde se instalará el Nodo de comunicaciones (Nodo terminal inalámbrico).

La información técnica encontrada debemos tener presente:

- Datos completos del propietario, indicando si el tipo de documento que avala que es el propietario del terreno.

- Coordenadas del terreno, llevadas a formato KMZ, además de indicar el Departamento, Provincia y Distrito.
- Fotos panorámicas, cada 30°, a fin de evaluar si existe algún tipo de obstáculo en la línea de vista hacia el Far End.
- Datos respecto del Acceso y Energía.

Evaluación de candidatos encontrados en la búsqueda: Posterior a una evaluación de los tres candidatos encontrados en la Búsqueda y según evaluación técnica económica seleccionaremos un candidato único, con el cual finalmente se puede iniciar con los temas legales ante registros públicos.

Solicitud para la instalación de suministro eléctrico: Para fines de instalación del suministro eléctrico y conociendo los datos exactos del candidato único se debe proceder a presentar la solicitud para instalación del suministro por parte de la empresa concesionaria.

Gestión de documentación ante los registros públicos: Con el fin de concretar el alquiler del predio y solicitando los documentos legales se puede gestionar los documentos ante los registros públicos.

Gestión de permisos municipales: Con el fin de conseguir la licencia de funcionamiento del servicio en el predio de cada candidato único se debe gestionar los permisos municipales.

Es preciso señalar la importancia de las municipalidades en la medida de implementar y flexibilizar los permisos para la puesta en marcha de los servicios de telecomunicaciones y lograr Redes Municipales distritales futuras de cara a reducir la brecha digital, tal como lo considera la OECD en su informe “Development of High-speed Networks and the Role of Municipal Networks” en el 2015 (Mölleryd, 2015).

3.3.1.3. Evaluación de la Infraestructura

La evaluación de la infraestructura a usar es muy importante ya que tiene como finalidad:

- Diseñar el cerco perimétrico a usar.
- Diseñar la torre Autosoportada a usar.
- Diseño en la sala de equipos.
- Diseño del Sistema de aire acondicionado.

Es necesario precisar que la infraestructura local también es una opción para evaluar la instalación de equipamiento (usando infraestructura Municipal), la misma que puede ser usada por operadores que a futura quieran invertir en la Provincia de Caylloma. La importancia del mismo también se ve sustentada por intermedio de la OECD en su informe “Wireless Market Structures and Network Sharing” en el 2014 (OECD, 2014).

Evaluación de Diseños de Cerco Perimétrico en el Terreno del Nodo Terminal (NT-Enlaces PmP).

En función a los Modelos que cercos perimétricos que se cotice se procederá a evaluar y seleccionar el Diseño de cerco perimétrico más conveniente a usar en el proyecto de diseño.

Evaluación de Diseños de Torres Auto soportadas.

En función a los Modelos de Torres Autosoportadas que se cotice se procederá a evaluar y seleccionar el Diseño de Torre Autosoportada más conveniente a usar en el proyecto de diseño.

Evaluación de Diseños de la Sala para equipos.

En función a los Modelos que Sala que se usan en este tipo de proyectos y según su precio se procederá a evaluar y seleccionar el Diseño de sala para equipos más conveniente a usar en el proyecto de diseño.

Evaluación: Diseño de Sistemas para Aire acondicionado.

En función a los Modelos de sistemas para Aire acondicionado y según su precio se procederá a evaluar y seleccionar el del Sistema para Aire Acondicionado.

3.3.1.4. Energía eléctrica en el Nodo Terminal (NT-Enlaces PMP).

Con el fin de tomar una decisión en el aspecto de energía es necesario saber:

- Selección del tipo de energía (DC, Panel Solar, o Sistema Híbrido).
- Diseño de Rectificadores.
- Diseño de Banco de baterías (Sistema autónomo).

Selección de la Energía en AC o DC (Paneles solares)

Según el diseño que se encuentre en zona nos permitirá saber el tipo de energía que se usará en el Proyecto de Diseño y a fin de establecer un tipo de energía AC o DC.

Selección de Rectificadores y del Banco de baterías

Tiene por objetivo conseguir el Diseño de Rectificadores y Diseño del Banco de baterías.

Selección del Diseño de Rectificador

Considerando los modelos y marcas de rectificadores se debe seleccionar el Diseño de Rectificadores más adecuado para el Proyecto de Diseño.

Selección del Diseño del Banco de baterías

Considerando los modelos y marcas de Baterías se debe seleccionar el Diseño de Banco de Baterías más adecuado para el Proyecto de Diseño.

3.3.1.5. Evaluación de Sistema de Protección Eléctrica del Nodo Terminal (NT Enlaces PMP).

Tiene por finalidad dos aspectos importantes, primero el Diseño de Sistema de Pararrayos y el Diseño del Sistema de Puesta a Tierra (en adelante SPAT).

Evaluación del Diseño del Sistema de Pararrayos

En funciona los modelos de Sistemas de pararrayos y según precios se debe contar con un diseño único de Sistema de Pararrayos para el proyecto.

Evaluación del diseño de Sistema Puesta a Tierra (SPAT)

En funciona los modelos de SPAT y según precios se debe contar con un diseño único de Sistema de Puesta a Tierra para el proyecto.

3.3.1.6. Evaluación de Equipamiento del Nodo Terminal (NT Enlaces PMP).

Esta Fase tiene por finalidad definir el tipo de antena Punto Multi Punto (PMP), cables y conectores que se usarán en el Proyecto de Diseño.

Evaluación de Antenas Punto Multipunto, cables y conectores

Según los Modelos y Marcas disponibles en el Mercado y factibles para este tipo de proyecto se definirá la Solución de Antenas Punto Multi Punto (PMP), Cables y Conectores, como por ejemplo Cable Cat5E, Conectores RJ45, POEs, Cables de alimentación, etc.

3.3.2. Ejecución del Proyecto de Diseño

El Grupo de Procesos de Ejecución está compuesto por aquellos procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de cumplir con las especificaciones del mismo.

3.3.2.1. Despliegue del Personal de Campo.

Culminado el detalle del equipamiento tecnológico e infraestructura se debe proceder a enviar al grupo de trabajo (personal técnico, supervisores) para la ejecución de la parte operativa para la instalación del NT PmP y tendido de la FO según la ruta propuesta en los postes de media tensión.

3.3.2.2. Aceptación Técnica del Sitio

Culminada la instalación, tanto del NT PmP y tendido de la FO, se procederá a la entrega (Aceptación) del NT PmP (considerando la buena performance del servicio, test de acceso a internet) a los gobiernos locales. El diagrama general se muestra de acuerdo a lo mostrado en la Tabla 1.

Input	Actividad	Output
	Proyecto: Diseño de una Red de comunicaciones para el mejorar el acceso a Internet de Banda Ancha en la Provincia de Caylloma (Arequipa)	
	Planificación del Proyecto de Diseño.	
	Estudio de gabinete.	
Zona geográfica (Provincia, Distrito)	Evaluación de la ubicación.	Planos de ubicación
Plano cartográfico de la trayectoria de red secundaria de media tensión de la empresa Sociedad Eléctrica del Sur Oeste.	Determinación de la trayectoria de los postes de media tensión	Diseño de la trayectoria de los postes de media tensión
Lista de identidades beneficiarias.	Determinar las entidades beneficiarias en el proyecto.	Entidades beneficiarias.
	Búsqueda y adquisición de sitios.	
Planos de ubicación y entidades beneficiadas.	Búsqueda del terreno donde instalar Nodo de comunicaciones.	Identificación de candidatos ABC
Identificación de candidatos ABC.	Evaluación de candidatos encontrados en la búsqueda	Candidato factible.
Documentación del candidato.	Solicitud para instalación de suministro eléctrico.	Instalación de suministro eléctrico.
Documentos legales.	Gestión de documentación ante los registros públicos.	Alquiler del predio.
Alquiler del predio.	Gestión de permisos municipales	Licencia de funcionamiento.
	Evaluación de la Infraestructura.	
Modelos de Cercos Perimétricos.	Evaluación de Diseños de Cerco Perimétrico en el Terreno del Nodo Terminal (NT Enlaces PMP).	Diseño de Cerco Perimétrico.
Modelos de Torre Autosoportada.	Evaluación de Diseños de Torre Autosoportada.	Diseño de Torre Autosoportada
Modelos de Sala para equipos.	Evaluación de Diseños de la Planta de Nodo de comunicaciones.	Diseño de Sala para equipos.
	Energía eléctrica en el Nodo Terminal (NT-Enlaces PMP).	
Diseño de red eléctrica.	Selección de la Energía en AC o DC (Paneles solares)	Suministro Energía en AC
	Selección de Rectificadores y del Banco de baterías.	
Modelos y Marcas de Rectificadores.	Selección del Diseño de Rectificadores	Diseño de Rectificadores.
Modelos y Marcas de Baterías.	Selección del Diseño para Banco de baterías.	Diseño del Banco de baterías
	Evaluación de Sistema de protección eléctrica del Nodo Terminal NT Enlaces PMP.	
Modelos de Sistemas de Pararrayos.	Evaluación del Diseño del Sistema de Pararrayos.	Diseño de Sistema Pararrayos.
Modelos de Sistemas Puesta a Tierra (SPAT).	Evaluación del diseño de Sistema Puesta a Tierra (SPAT).	Diseño de Sistema Puesta a Tierra (SPAT).
	Evaluación de equipamiento del Nodo Terminal (NT Enlaces PMP)	
Modelos y Marcas de Antenas Punto Multi Punto (PMP), cables y conectores.	Evaluación de Antenas Punto Multipunto, cables y conectores.	Solución de Antenas Punto Multipunto (Nodo Terminal y Entidad Beneficiaria)
	Ejecución del Proyecto de Diseño.	
Antenas Punto Multipunto, Cables y Conectores, Sistemas de Pararrayos, Sistema de Tierra, Rectificador, Banco de Baterías, Titulación del predio, Torre Autosoportada.	Despliegue del personal de campo (Técnicos, Supervisores)	Instalación de solución PmP (Torre de NT y Entidad Beneficiaria)
Instalación de solución PmP (Tendido de FO y Torre de NT).	Aceptación técnica del sitio	Aceptación y Recepción del Sitio al cliente (Autoridades locales).

Tabla 5: Diagrama de Gantt

(Fuente: Elaboración propia)

CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA

4.1. Descripción de las Actividades Realizadas

La solución tecnológica detalla las actividades principales que nos permitirá conocer aspectos los aspectos fundamentales, primero como planificar el Proyecto y segundo respecto de la ejecución del mismo.

Desglosando estos aspectos podemos discernir que bajo el primer enfoque (Planificar el proyecto) encontramos como realizar un estudio de gabinete, la búsqueda y adquisición de los sitios, evaluación de la infraestructura a realizar, energía en el nodo de comunicaciones, sistema de protección del nodo de comunicaciones y finalmente el equipamiento que se utilizará. En el segundo enfoque (ejecución del proyecto) lo correspondiente como el despliegue operativo para la instalación de la infraestructura, equipos de telecomunicaciones, tendido de la Fibra Óptica (ADSS), y finalmente la aceptación (o entrega del sitio instalado) hacia las autoridades.

4.1.1. Planificación del Proyecto de Diseño

En esta etapa el grupo de trabajo debe considerar lo siguiente:

- Estudios de gabinete.
- Búsqueda y Adquisición del Sitio.
- Evaluación de la infraestructura.
- Energía eléctrica en el Nodo terminal (NT-Enlaces PMP)
- Evaluación del sistema de protección eléctrica del Nodo Terminal (NT Enlaces PMP).
- Evaluación de equipamiento del Nodo Terminal (NT Enlaces PMP).

4.1.1.1. Estudio de Gabinete.

En esta etapa se realiza un trabajo en oficina previo al trabajo de campo en donde detallan los puntos necesarios para realizar un trabajo de campo.

Los Planos de ubicación. Los cuales nos permiten contar con la información de ubicación de las zonas donde buscaremos los sitios.

Diseño de la trayectoria de los postes de media Tensión (MT). Las cuales no permitirán tener el recorrido por donde pasará la Fibra Óptica ADSS, que como sabemos dicha red pertenece a la empresa eléctrica.

Entidades beneficiarias. Que son las entidades que finalmente serán las beneficiarias y que permitirán la integración entre los sectores Salud, Seguridad y Educación.

Esto permitirá que el grupo de trabajo tenga un alcance y conocimientos previos antes de realizar las visitas de campo en la Provincia de Caylloma. El detalle de cada objetivo se detalla a continuación.

4.1.1.2. Evaluación de la Ubicación.

La ubicación de los sitios nos permite contar con los planos catastrales de ubicación indicando así los puntos que se visitarán.

4.1.1.3. Determinación de la trayectoria de los postes de Media Tensión.

Para determinar la trayectoria de la Red de F.O. se hace una búsqueda por las siguientes páginas, como Osinerning, MTC, o Empresas Eléctricas, en donde muestran el recorrido de distintas redes eléctricas en todo el Perú, para este caso se determinó que en el distrito de Caylloma, la empresa Eléctrica del Sur Oeste S.A. (SEAL), presenta un despliegue de sus redes eléctricas, las mismas que proveen energía eléctrica a casi todos los distritos de la provincia, la cual se aprovechará para el tendido de la Fibra Óptica y llegue a cada uno de los Distritos de interés, a través de empalmes de derivación (Figura 6 y Figura 7).

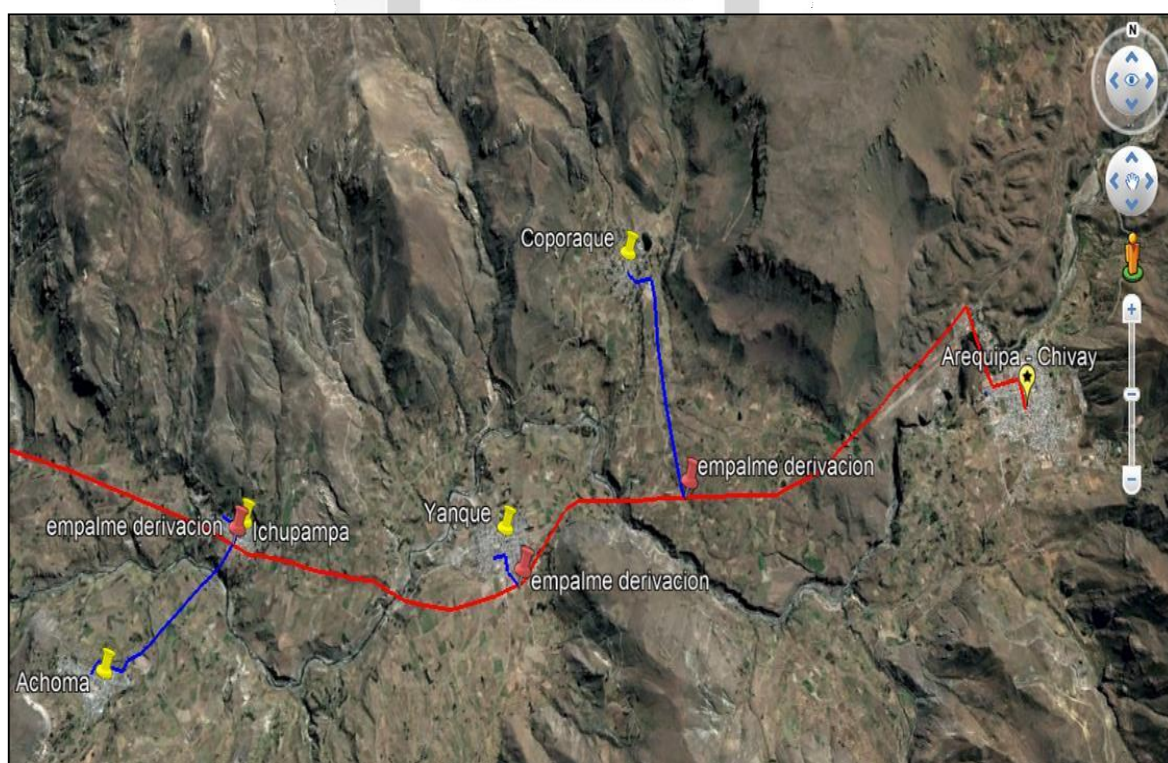


Figura 6: Recorrido de red F.O. (Caporaque, Yanque, Ichupampa y Achoma)
(Fuente: Elaboración Propia)

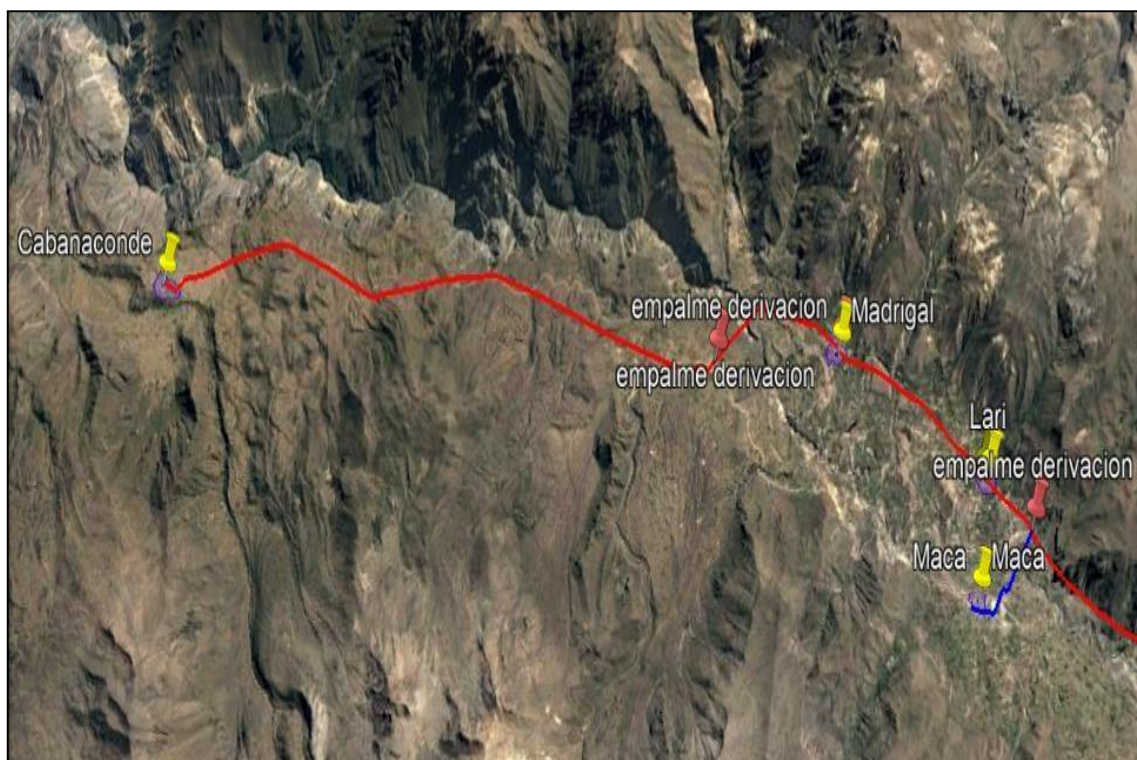


Figura 7: Recorrido de red F.O. (Maca, Lari, Madrigal y Cabaconde)
(Fuente: Elaboración Propia)

4.1.1.4. Determinar las Entidades Beneficiadas en el Proyecto.

En la presente tesis se considera beneficiar a tres entidades, representativas para cada Distrito, como son el Sector Salud, Educación, Seguridad, según disponibilidad en cada distrito, con fines de Integración con las otras entidades del Estado, ver Tabla 2.

ITEM	REGION	PROVINCIA	DISTRITO	NOMBRE DE SEDE	LAT	LONG	SEDE
1	AREQUIPA	Caylloma	Achoma	ACHOMA	-15.66233	-71.70265	CENTROS DE SALUD
2	AREQUIPA	Caylloma	Achoma	LUZ DEL SABER	-15.6615	-71.6999	COLEGIOS
3	AREQUIPA	Caylloma	Cabanaconde	CABANACONDE	-15.62163	-71.97983	CENTROS DE SALUD
4	AREQUIPA	Caylloma	Cabanaconde	NIÑO JESUS	-15.6221	-71.9808	COLEGIOS
5	AREQUIPA	Caylloma	Cabanaconde	CPNP RURAL CABANACONDE	-15.62251	-71.98054	COMISARIA
6	AREQUIPA	Caylloma	Coporaque	COPORAQUE	-15.6277	-71.64839	CENTROS DE SALUD
7	AREQUIPA	Caylloma	Coporaque	LOS RETOÑITOS	-15.6271	-71.6456	COLEGIOS
8	AREQUIPA	Caylloma	Ichupampa	ICHUPAMPA	-15.65038	-71.68932	CENTROS DE SALUD
9	AREQUIPA	Caylloma	Ichupampa	MIRADITA DE HUALCAHUALCA	-15.6509	-71.6862	COLEGIOS
10	AREQUIPA	Caylloma	Lari	LARI	-15.62183	-71.7694	CENTROS DE SALUD
11	AREQUIPA	Caylloma	Lari	LARI	-15.6223	-71.7703	COLEGIOS
2	AREQUIPA	Caylloma	Maca	MACA	-15.64168	-71.77122	CENTROS DE SALUD

13	AREQUIPA	Caylloma	Maca	40390 MAYTA CAPAC	-15.6411	-71.7685	COLEGIOS
14	AREQUIPA	Caylloma	Madrigal	MADRIGAL	-15.60887	-71.81043	CENTROS DE SALUD
15	AREQUIPA	Caylloma	Madrigal	MADRIGAL	-15.609	-71.8064	COLEGIOS
16	AREQUIPA	Caylloma	Madrigal	CPNP RURAL MINAS MADRIGAL	-15.60829	-71.80724	COMISARIA
17	AREQUIPA	Caylloma	Yanque	YANQUE	-15.65009	-71.66161	CENTROS DE SALUD
18	AREQUIPA	Caylloma	Yanque	YANQUE	-15.6495	-71.6588	COLEGIOS

Tabla 6: Entidades Beneficiarias por Distrito.

(Fuente: Elaboración propia)

4.1.2. *Búsqueda y Adquisición de Sitios*

La Búsqueda y Adquisición de Sitios se realizó en los ocho distritos de la Provincia de Caylloma, para este trabajo se requiere contar con los siguientes profesionales:

- 01 Ingeniero de Telecomunicaciones.
- 01 Abogado.
- 01 Arqueólogo.

La búsqueda tiene por finalidad identificar los candidatos más factibles (03 candidatos), en ese sentido seleccionar al que cumpla con las condiciones más idóneas para instalar la Torre Terminal (NT con Enlace PMP) y así proceder a negociar el precio del terreno a comprar y gestionar la correspondiente licencia de funcionamiento ante la Municipalidad.

4.1.2.1. **Búsqueda del Terreno donde Instalar el Nodo de Comunicaciones.**

Los sitios a considerar son los siguientes, todos en la ruta del Cañón del Colca (Figura 8, Figura 9, Figura 10, Figura 11, Figura 12, Figura 13, Figura 14 y Figura 15).

- Caporaque;
- Yanque;
- Ichupampa;
- Achoma;
- Maca;
- Lari;
- Madrigal;
- Cabanaconde;

Teniendo como base los Planos de ubicación y entidades beneficiadas se procederá a realizar la Búsqueda y Adquisición del sitio con el objetivo de encontrar a los tres (03) candidatos más viables a considerar y en ese sentido seleccionar a uno solo. Además, para las búsquedas se deben considerar las siguientes referencias de área de búsqueda, por distrito:



Figura 8: Área de búsqueda en el distrito de Coporaque. Provincia de Caylloma.
(Fuente: Google Earth)



Figura 9: Área de búsqueda en el distrito de Yanque. Provincia de Caylloma
(Fuente: Google Earth)

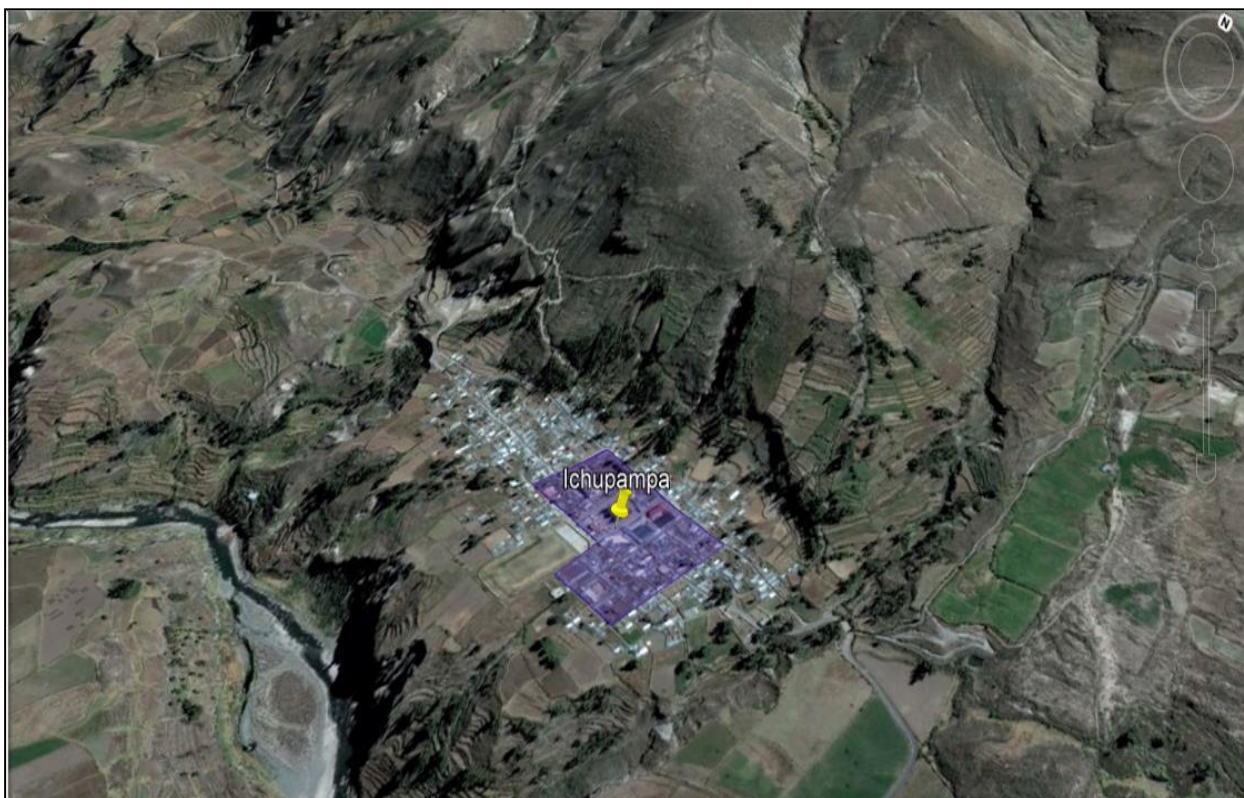


Figura 10: Área de búsqueda en el distrito de Ichupampa. Provincia de Caylloma
(Fuente: Google Earth)



Figura 11: Área de búsqueda en el distrito de Achoma. Provincia de Caylloma
(Fuente: Google Earth)



Figura 12: Área de búsqueda en el distrito de Maca. Provincia de Caylloma
(Fuente: Google Earth)



Figura 13: Área de búsqueda en el distrito de Lari. Provincia de Caylloma
(Fuente: Google Earth)



Figura 14: Área de búsqueda en el Distrito de Madrigal. Provincia de Caylloma
(Fuente: Google Earth)



Figura 15: Área de búsqueda en el distrito de Cabaconde. Provincia de Caylloma
(Fuente: Google Earth)

4.1.2.2. Evaluación de Candidatos Encontrados en la Búsqueda.

Encontrados los candidatos se debe evaluar la mejor opción económica y técnica para la optar por un solo candidato, técnicamente debe cumplir con aspectos técnicos como acceso, línea de vista hacia la entidad beneficiaria (salud, educación o seguridad) aspectos económicos que de acuerdo a la conveniencia resultaría más factible que el propietario cuente con título de propiedad y que acepte los precios sugeridos en el apartado anterior.

Según las coordenadas seleccionadas vemos que las áreas de búsqueda sugeridas anteriormente tienen línea de vista con las entidades beneficiarias, las mismas que se encuentran dentro de un radio de 300m respecto de los puntos de referencia, como se muestra a continuación (Tabla 3).



Ítem	Región	Provincia	Distrito	Nombre De Sede	Sede	Latitud	Longitud	Distancia al P0 (m)
1	Arequipa	Caylloma	Achoma	ACHOMA	CENTROS DE SALUD	-15.66233	-71.70265	300
2	Arequipa	Caylloma	Achoma	LUZ DEL SABER	COLEGIOS	-15.6615	-71.6999	100
3	Arequipa	Caylloma	Cabanaconde	CABANACONDE	CENTROS DE SALUD	-15.62163	-71.97983	60
4	Arequipa	Caylloma	Cabanaconde	NIÑO JESUS	COLEGIOS	-15.6221	-71.9808	60
5	Arequipa	Caylloma	Cabanaconde	CPNP RURAL CABANACONDE	COMISARIA	-15.62251	-71.98054	60
6	Arequipa	Caylloma	Coporaque	COPORAQUE	CENTROS DE SALUD	-15.6277	-71.64839	300
7	Arequipa	Caylloma	Coporaque	LOS RETOÑITOS	COLEGIOS	-15.6271	-71.6456	50
8	Arequipa	Caylloma	Ichupampa	ICHUPAMPA	CENTROS DE SALUD	-15.65038	-71.68932	300
9	Arequipa	Caylloma	Ichupampa	MIRADITA DE HUALCAHUALCA	COLEGIOS	-15.6509	-71.6862	90
10	Arequipa	Caylloma	Lari	LARI	CENTROS DE SALUD	-15.62183	-71.7694	200
11	Arequipa	Caylloma	Lari	LARI	COLEGIOS	-15.6223	-71.7703	260
12	Arequipa	Caylloma	Maca	MACA	CENTROS DE SALUD	-15.64168	-71.77122	300
13	Arequipa	Caylloma	Maca	40390 MAYTA CAPAC	COLEGIOS	-15.6411	-71.7685	40
14	Arequipa	Caylloma	Madrigal	MADRIGAL	CENTROS DE SALUD	-15.60887	-71.81043	300
15	Arequipa	Caylloma	Madrigal	MADRIGAL	COLEGIOS	-15.609	-71.8064	120
16	Arequipa	Caylloma	Madrigal	CPNP RURAL MINAS MADRIGAL	COMISARIA	-15.60829833	-71.80724667	50
17	Arequipa	Caylloma	Yanque	YANQUE	CENTROS DE SALUD	-15.65009	-71.66161	300
18	Arequipa	Caylloma	Yanque	YANQUE	COLEGIOS	-15.6495	-71.6588	70

Tabla 7: Distancia desde las entidades beneficiarias
(Fuente: Elaboración propia)

Las coordenadas, puntos referentes para la Búsqueda en cada Distritos son las siguientes, Tabla 4:

Item	Distrito	Latitud	Longitud
1	Caporaque	-15.627572°	-71.645665°
2	Yanque	-15.649941°	-71.658278°
3	Ichupampa	-15.650105°	-71.686456°
4	Achoma	-15.662094°	-71.699550°
5	Maca	-15.641375°	-71.768197°
6	Lari	-15.623313°	-71.768048°
7	Madrigal	-15.608754°	-71.807440°
8	Cabanaconde	-15.621950°	-71.980261°

Tabla 8: Puntos de referencia por Distrito de interés
(Fuente: Elaboración propia)

4.1.2.3. Solicitud para la Instalación de Suministro Eléctrico

Para realizar la gestión de suministro eléctrico se debe presentar una solicitud para la instalación de un medidor eléctrico para el suministro propio en cada Nodo de Comunicaciones, la misma que deberá estar en función a los requisitos que considere la empresa Eléctrica, así como su estándar de instalación, tal como se muestra la Fig. 16 y la Fig. 17.

En la presente Tesis se trabajará con la concesionaria Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S.A (SEAL), la cual cuenta con una red secundaria que llega a todos los distritos que contempla el presente Proyecto de Diseño, a través de un empalme de Derivación, que parte desde Chivay, asegurando así la disponibilidad de una red secundaria de energía en los Distritos de interés.

Según la empresa Eléctrica se debe cumplir con los siguientes requisitos para la instalación de un medidor propio:

Requisitos para la instalación de un suministro eléctrico

- Copia de Documento de Identidad vigente.
- Copia del Título de Propiedad o documento válido que acredite propiedad.
- Copia Recateada del Certificado de Posesión emitido por la Municipalidad correspondiente. (De ser el caso).
- Croquis de la ubicación del predio.
- Carta solicitud de nuevo suministro por parte del propietario (de ser el caso).
- Carta legalizada de autorización del propietario (de ser el caso).
- Copia de recibo de luz de un vecino y/o N° de suministro de ser el caso.
- Vistas fotográficas panorámicas donde se observe que el nicho, líneas de carga y mástil de madera se encuentren ejecutados según requisitos

- Para solicitudes de nuevo suministro en Media Tensión, el cliente debe adjuntar el Certificado de Conformidad de Obra emitido por la Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S.A (SEAL) (Ver Figura 16 y Figura 17).

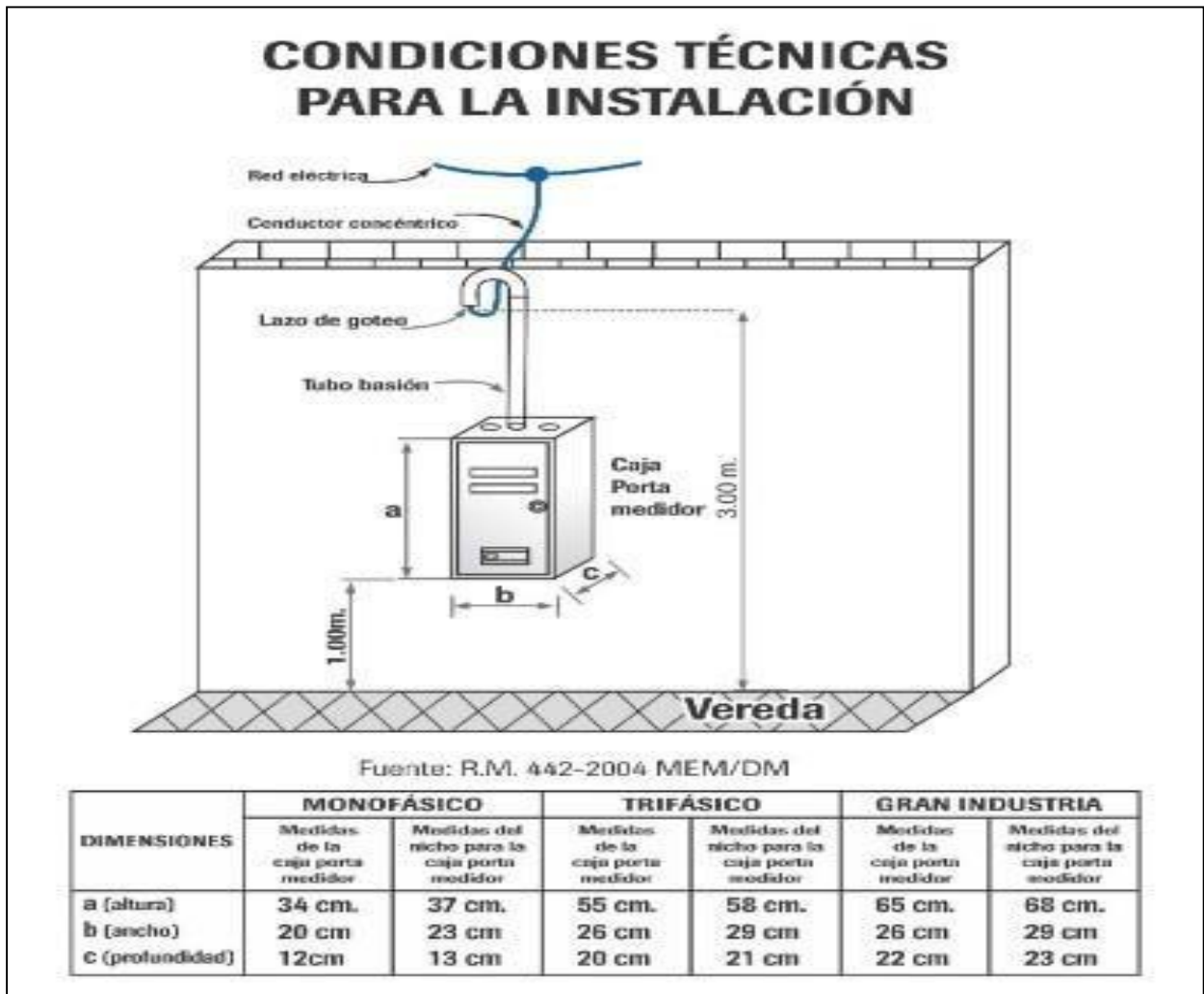


Figura 16: Instalación de Suministro en una caja
(Fuente: Elaboración propia)

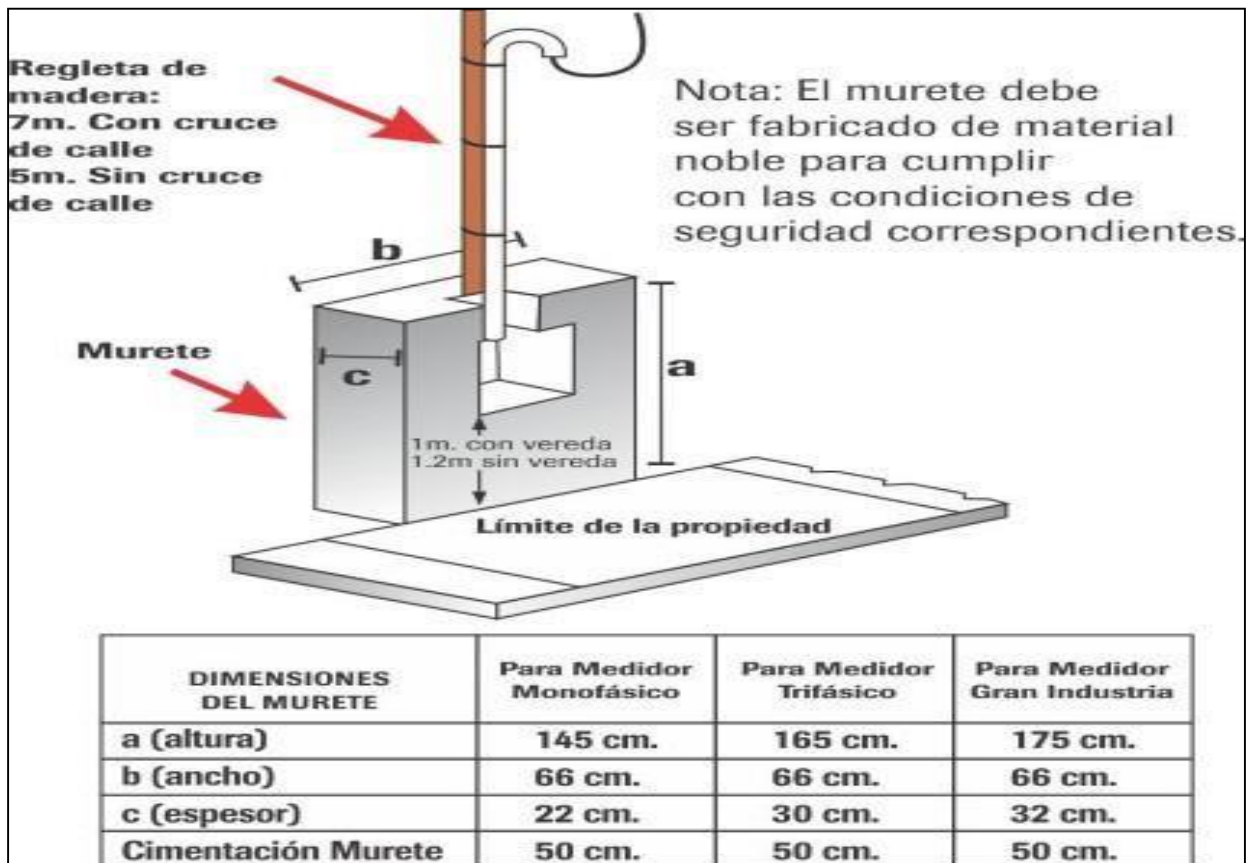


Figura 17: Instalación de Suministro en un Murete
(Fuente: Elaboración propia)

4.1.2.4. Gestión de Documentación ante Registros Públicos.

Una vez seleccionado el candidato más factible se procederá a gestionar el título de propiedad ante Registros Públicos, lo cual es necesario presentar una serie de requisitos.

- Partida registral del inmueble (CRI o copia literal)
- HR – PU (documentos municipales)
- Recibos de impuestos municipales, estado de cuentas o constancia de no adeudo
- Testimonio de escritura pública donde conste la adquisición del inmueble
- Documento con fecha cierta que acredite el título de propiedad (público)
- Documento sin fecha cierta que acredite el título de propiedad (privado)
- Recibo de Luz, y si es posible de otros suministros. (agua, teléfono, internet, etc.)
- Certificado de Posesión emitido por la Municipalidad del Distrito o en su defecto por el Juez de Paz de la jurisdicción.
- Ficha Reniec
- Consulta RUC – página web Sunat.
- Vigencia de poder del apoderado o del gerente de una persona jurídica, si fuere el caso.
- Copia literal de la empresa, si fuere el caso.

- Vigencia del poder del apoderado, si fuere el caso.
- Tasación, si es posible.
- Inscripción en RRPP del testamento o de la sucesión intestada.
- Planos de fábrica, de ubicación, perimétrico y de distribución.
- Reglamento interno o acta de junta de propietarios. (decisión de arrendar o disponer de las áreas comunes)
- Fotocopia simple de DNI de todos los propietarios. preferible visualizar el DNI en físico, debe ser vigente y en original.
- Fotocopia de DNI's

4.1.2.5. Gestión de permisos municipales

La Municipalidad de Provincial de CAYLLOMA es la encargada de brindar las facilidades de autorización para la instalación del nuevo servicio dentro del Distrito, esto en la base legal Ley 29022, Ley para la Expansión de Infraestructura en Telecomunicaciones, que impulsa los proyectos de Telecomunicaciones en el Perú.

La cual además menciona Reglas comunes para la instalación de infraestructura:

- a) No obstruir la circulación de vehículos, peatones o ciclistas.
- b) Impedir el uso de plazas y parques.
- c) No afectar la visibilidad de conductores de vehículos que circulen por la vía pública.
- d) No interferir en la visibilidad de la señalización de tránsito.
- e) No dañar, impedir el acceso o hacer inviable el mantenimiento, funcionamiento o instalación de infraestructura de otros servicios públicos.
- f) No dañar el patrimonio urbanístico, histórico, cultural, turístico y paisajístico.
- g) No poner en riesgo la seguridad de terceros y de edificaciones vecinas.
- h) No generar radiación no ionizante en telecomunicaciones sobre los límites máximos permisibles establecidos por la regulación sectorial, de acuerdo a los estándares internacionales.
- i) No afectar la biodiversidad y los ecosistemas al interior de las áreas naturales protegidas, sus zonas de amortiguamiento y en las áreas de conservación regional.

Bajo esos criterios la Municipalidad debe emitir la Licencia de funcionamiento.

4.1.3. Evaluación de la infraestructura

La evaluación de la infraestructura nos permitirá contar con el diseño apropiado para la implementación del Nodo de comunicaciones, tales como:

- Diseño del cerco perimétrico.
- Diseño de la Torre Autosoportada.
- Diseño de sala para equipos.

- Diseño del Sistema de Aire acondicionado.

4.1.3.1. Evaluación de Diseños de Cerco Perimétrico en el Terreno del Nodo Terminal (NT Enlaces PMP).

El contar con un cerco perimétrico es importantes para fines de seguridad de los equipos, como se muestra en la Figura 18 y Figura 19.

Considerando las características propias para esta infraestructura de sugiere el modelo siguiente a implementar la solución.

- Se construye un cerco metálico perimétrico con plancha acanalada metálica de dimensiones 2.85 m. de altura y 3.00m de ancho, que tendrá un tratamiento galvanizado en caliente.
- Dichas planchas acanaladas serán de 1.5 mm de espesor y estarán confinadas por perfiles angulares de 1.1/2" x 1.1/2" x 1/8", con parantes tubulares cuadrados de 2" x 2" x 3 mm y con tubos cuadrados de 3" x 3" x 3 mm para los parantes del portón metálico.
- En la parte superior se instalará la concertina de acero de 18" de diámetro, los cuales se fijarán con los soportes de concertina tipo YEE los cuales serán elaborados con perfiles angulares de 1.1/2" x 1/8".
- Estas estructuras estarán unidas mediante pernos hexagonales y pernos cabeza de coche según indican los planos. Estarán fijados al sardinel de concreto armado mediante espárragos galvanizados.

Además, la puerta metálica debe cumplir con las siguientes características:

- La puerta metálica será de doble hoja más una puerta pequeña para el ingreso peatonal, tal como se indica en los planos.
- La puerta metálica acanalada será de 3.00 m. de ancho por 2.85 m. de alto, medido en el vano, fijada al marco.
- Las puertas llevarán 5 bisagras de fierro de 4"x4"x1/2" por hoja.
- Para facilitar la apertura y cierre de la puerta, se deberá de colocar un tirador de acero liso de 4"x 1/2", colocada en parte externa e interna de forma vertical cerca al picaporte central de la puerta.
- La hoja de la puerta está conformada por plancha acanalada metálica y tendrá un tratamiento galvanizado en caliente.
- Las uniones de soldadura serán de punto azul, el acabado se dará con esmeril, lijado y masillado. Los puntos de soldadura y empalmes deben ser precisos, evitando juntas con defectos de corte tanto en ángulos de 45° como en ángulos de 90°.

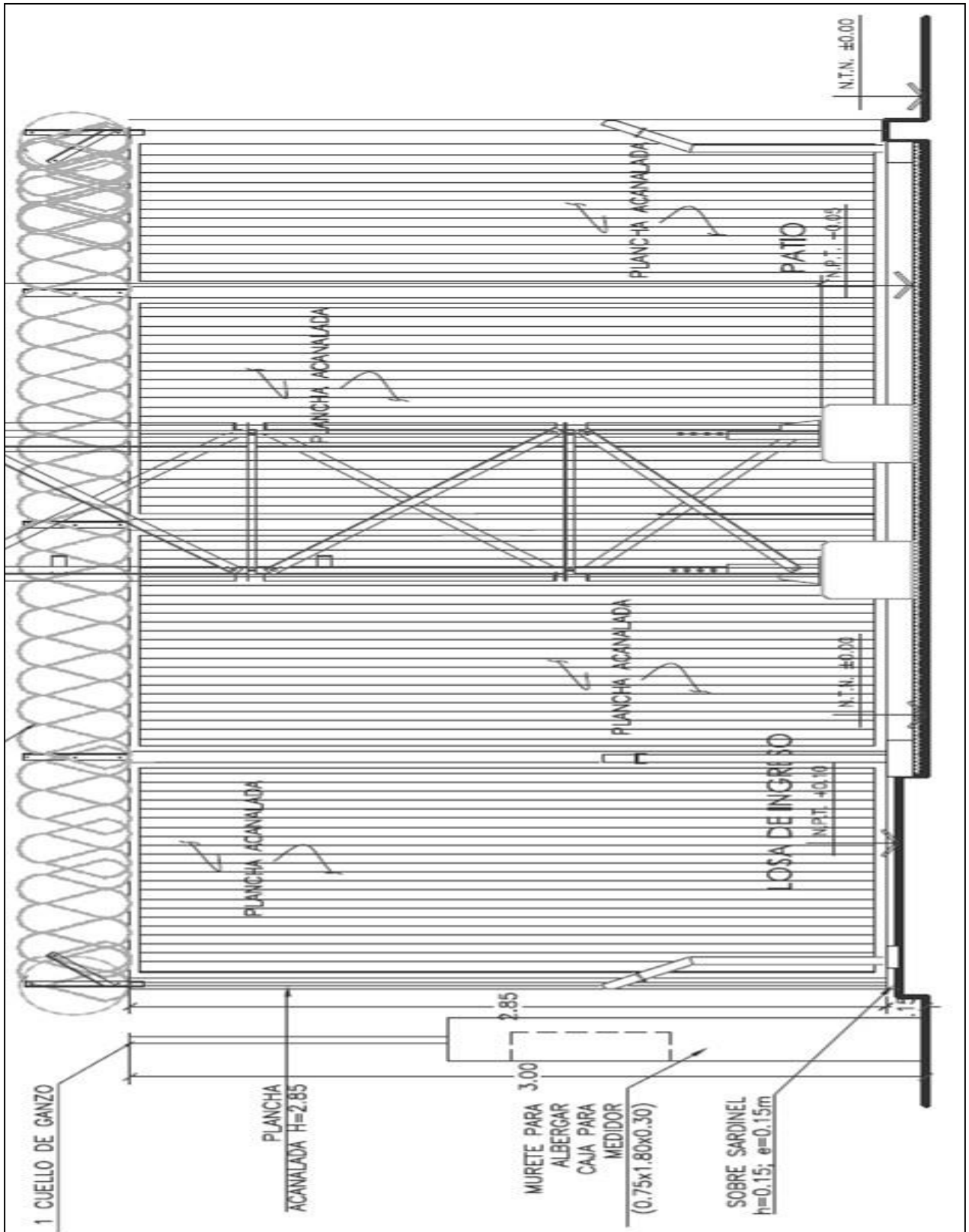


Figura 18: Cerco perimétrico de Nodo de Comunicaciones de Red de Acceso. Corte A-A.
(Fuente: Elaboración propia)

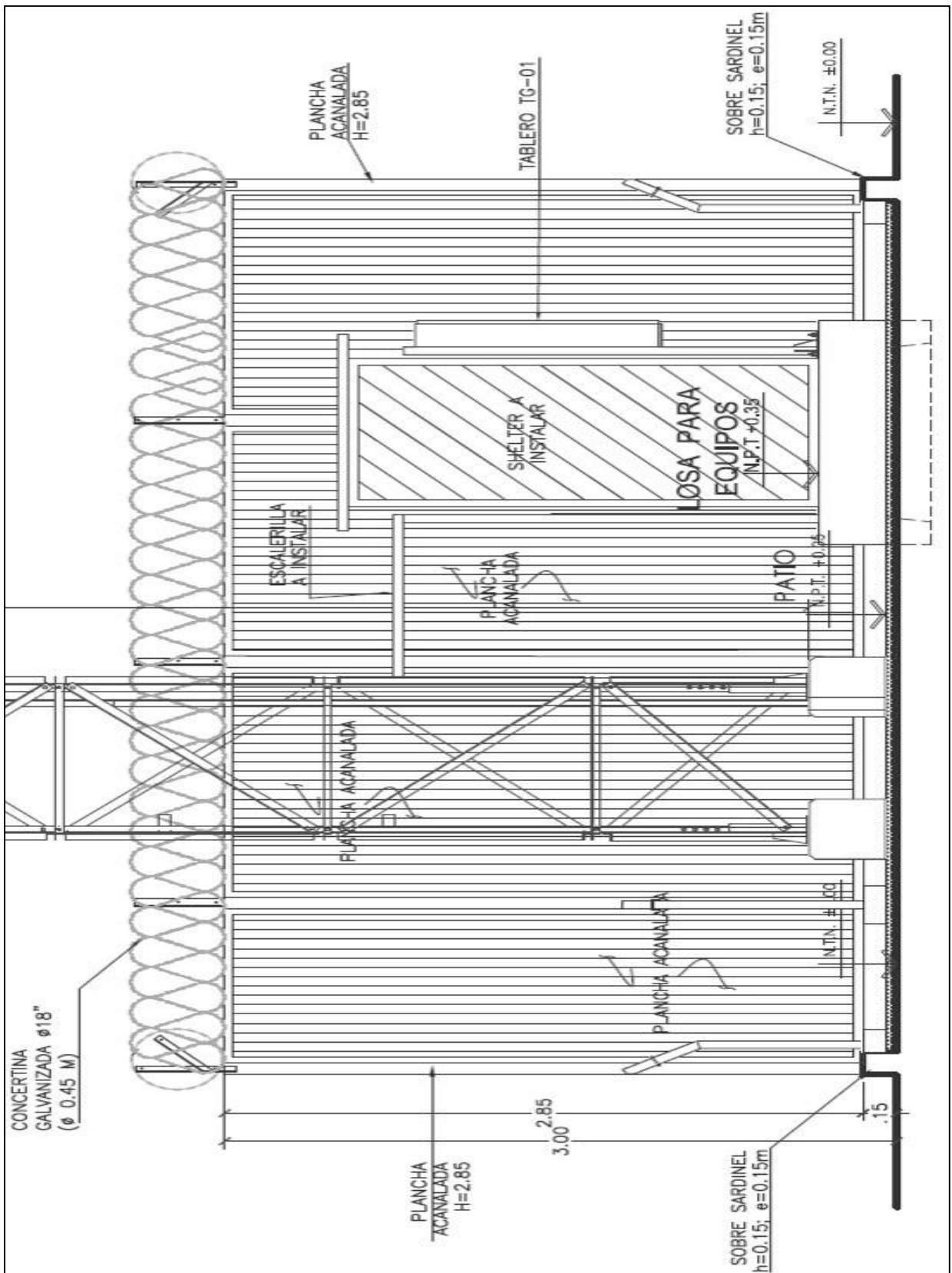


Figura 19: Cerco perimétrico de Nodo de Comunicaciones de Red de Acceso. Corte B-B

(Fuente: Elaboración propia)

Estructura metálica de la Torre

- Torre conformada por acero, perfiles laminados en caliente a 90° y planchas, que cumplan con la Norma ASTM A-572 y ASTM A-36.
- Los ángulos de la torre no deben estar doblados, dañados, cortados ni perforados en campo, todos los elementos deben estar perfectas condiciones.
- Las torres incluirán sistema de pararrayos, balizaje y aterramiento.
- Las torres auto-soportadas galvanizadas reticuladas incluyen los siguientes accesorios:
 - Escalerilla peatonal con línea de vida.
 - Escalerilla rack vertical para bajada de cables.
 - Soporte de antena RF-RRU y MW.

Escalerilla peatonal

- Conformada por perfiles de acero L 1.1/2"x1.1/2"x3/16", fijados a cada techo interior de la torre con las respectivas abrazaderas y en el extremo inferior fijado en una base de concreto.
- Los pasos de la escalera serán de varillas lisas de 0 5/8", el ancho de la escalerilla peatonal será de 30 cm., el espaciamiento de los pasos es de 30 cm.
- La escalera debe ser estable y rígida, en ninguno de los tramos debe haber oscilación. Los tramos de la escalerilla deben estar fijados en cada uno de los techos horizontales de la torre, en los primeros cuerpos de la torre, la escalera debe ser fijada en los techos horizontales, a fin de que la estructura no oscile durante su ascenso.
- La escalera debe ser vertical y su recorrido debe ser continuo en toda la altura de la torre.

Escalerillas verticales para bajada de cables

- Las escalerillas o bandejas portan cables verticales serán de 66 cm. de ancho, de acero galvanizado en caliente de acuerdo a Norma ASTM A-123, conformadas por ángulos L 2"x2"x3/16" y pernos, con pasos de 92 cm., perfectamente montados.
- Las escalerillas verticales y soportes deben estar aplomados.
- El empalme de las escalerillas rack se realiza sólo con pernos, tuercas y contratuerca galvanizados por inmersión en caliente de acuerdo a Norma ASTM A-123, todos los pernos después de la contratuerca deben contar con 3 hiladas libres como mínimo.
- No se deberá perforar ningún ángulo de las escalerillas en campo.
- A fin de evitar las perforaciones y oxidaciones de las piezas se debe considerar los orificios en fábrica.
- No se permitirán cortar las escalerillas, en ningún caso se deben cortar o limar.

- Las escalerillas horizontales y soportes verticales deben estar correctamente nivelados a escuadra.
- Los pernos se deben instalar con la cabeza por fuera y la tuerca y contratuerca por dentro.
- Los soportes y escalerillas deben estar en buenas condiciones, se cambiará cualquier elemento dañado.
- Se deben limpiar las manchas posibles por el transporte.
- Las uniones soldadas deben estar limpias y libres de escorias.
- En caso se realicen empalmes de las escalerillas, éstas deben ser del mismo tamaño. En los soportes no se deben colocar U Bolts cortas o inadecuadas.

Soportes para antenas Punto Multi Punto

- Conformado por tubos acero que cumplan con la Norma ASTM A-36.
- Los Tubos de los soportes para las antenas serán de tubo metálico galvanizado por inmersión en caliente de acuerdo a Norma ASTM A-123.
- Los accesorios de fijación como U Bolts de 1/2", pernos y tuercas a emplearse deben ser galvanizadas por inmersión en caliente. No se admitirán de diámetros menores, variables ni zincadas.
- Pernos SAE J429 Grado 5, con tuerca y contratuerca, los pernos y U Bolts deben de contar como mínimo con 3 hiladas libres.
- Ningún elemento será cortado ni mucho menos perforado en la estación, éstos deben venir así de fábrica.

4.1.3.3. Evaluación del Diseños de la Planta del Nodo de Comunicaciones

En el interior del cuarto de comunicaciones (36m²) se debe contar con el espacio necesario para instalar las losas, tal como se muestra la Figura 21:

- Para los equipos Indoor (1.5m x 1.5m).
- A la entrada de la puerta (1.55m x 3m).
- Para el tablero eléctrico (1.0m x 0.5m).
- Para la cimentación de la base de la Torre de 15 m a levantar (2.7m x 2.7m).

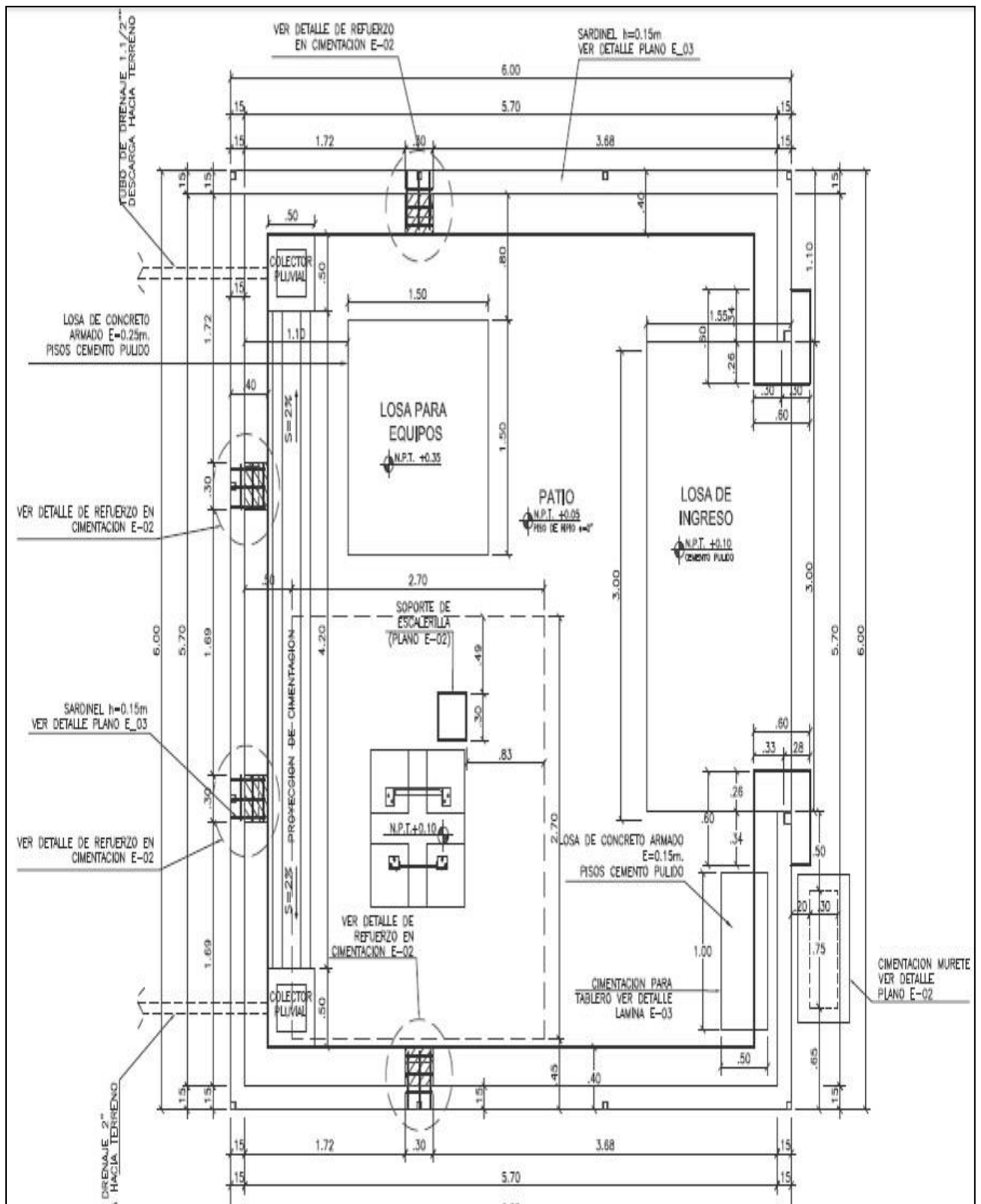


Figura 21: Vista de la Planta del Nodo de comunicaciones

(Fuente: Elaboración propia)

4.1.4. Energía Eléctrica en el Nodo Terminal (NT-Enlaces PMP).

Un aspecto a considerar muy importante es la energía eléctrica, dadas las condiciones actuales se optará por contar con el tipo de energía AC la misma que proporcionará la empresa concesionaria de

energía Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S.A (SEAL), y se encuentra tendida en todo el Cañón del Colca.

Ante la solicitud que se ingresó para la instalación del medidor eléctrico monofásico será suficiente para la alimentar a los equipos correspondientes.

4.1.5. Evaluación del Sistema de Protección Eléctrica del Nodo Terminal.

El sistema de protección se torna importante en la medida que tiene la función de proteger los equipos que se encuentran en el nodo terminal, para lo cual es necesaria la instalación de un Sistemas de Pararrayos y un Sistema de Puesta a Tierra.

4.1.5.1. Evaluación del Diseño del Sistema de Pararrayos.

Para la protección en torre se recomienda usar un pararrayos conectado de forma independiente a un Pozo a Tierra, estándar que se recomienda generalmente para la Sierra y la Selva.

El pararrayos es un dispositivo destinado para recibir el golpe de corriente de un rayo y conducirla a tierra, ver Figura 22. Es muy importante para el diseño del Sistema de pararrayos realizar un análisis de riesgo, para lo cual se debe tener en cuenta:

- Nivel de isodensidad (N_g): Numero de rayos por Km^2 *año.
- Medio ambiente de la estructura.
- Tipo de construcción, del cual está construido el sitio a proteger.
- Ocupación de la estructura, del sitio a proteger.
- Contenido de la estructura a proteger.
- Consecuencias de golpes de un rayo, a fin de medir las consecuencias.



Figura 22: Pararrayo Tetrapuntal
(Fuente: <https://www.researchgate.net>)

4.1.5.2. Evaluación del Diseño de Sistema de Puesta a Tierra (SPAT).

Todas las descargas llegan al pozo a tierra, en la medida que el diseño de SPAT sea instalado correctamente, para lo cual y antes de instalar los pozos de debe medir correctamente la resistividad del suelo. Las conexiones de tierra se encuentran alineadas por un conjunto de barras de tierra las mismas que se conectan a una barra general (llamada MGB) y que se conecta a un SPAT. Generalmente para este tipo de soluciones de Telecomunicaciones lo ideal es que la Medición del SPAT sea no mayor a 10 Ohmios. Ver Figura 23.

Entre el propósito del sistema de puesta a tierra se encuentra:

1. Salvar vidas de efectos y choques eléctricos.
2. Tener una referencia estable para la electrónica.
3. Lógica del sistema eléctrico.
4. Contra ruido de alta frecuencia.
5. Contar con una trayectoria de retorno, a tierra, en caso de corto.



El presente Proyecto de Tesis contempla la implementación de tres (03) PT, uno en la parte frontal y dos en el fondo.

4.1.6. Evaluación de Equipamiento del Nodo Terminal (NT enlaces PMP).

El presente trabajo de Tesis considera los siguientes equipos tanto en el Nodo Transmisor como en el Receptor (instituciones beneficiarias: Colegios, Comisarías y Puestos de salud).

4.1.6.1. Evaluación de Antenas Punto Multi Punto (Nodo Terminal y Entidad Beneficiaria).

En la presente se considera el siguiente equipamiento Tanto en el Transmisor como en el receptor. El Nodo no considera uso de grupo electrógeno.

Nodo Terminal

En el Transmisor se usará un shelter el cual incluye un banco de baterías (autonomía de 48 horas), rectificadores y sistema de ventilación incluida (en la parte exterior se colocará un tablero Monofásico) y en torre una Antena ePMP 1000 Marca Cambium Network.

Antena ePMP 1000 Marca Cambium Network (AP del Nodo Terminal)

La antena ePMP brinda cobertura estable en áreas de servicio grandes, ver Figura 24. Entre las características que tiene esta antena encontramos:

Sincronización de GPS

La sincronización de temporización de EPMP al pulso GPS permite una extensa reutilización de frecuencia.

Escalabilidad

El mecanismo de programación avanzado y escalable admite hasta 120 suscriptores sin degradar el rendimiento general del sistema.

Calidad del servicio

Potente esquema de priorización de niveles múltiples que puede ser configurado por el operador de red para permitir la entrega de servicios diferenciados.

Seguridad

Cifrado de 128 bits AES, reglas de firewall L2 y L3, diferente apoyo a nivel de usuario, HTTPS / SSH de soporte proporciona una seguridad mejorada.

Principales Características:

- Gestión en cloud con cn Maestro Gratuito

- 802.11ac WAVE 2
- Provisión automática
- Monitorización extremo a extremo de la conexión a Internet
- Doble Banda simultánea (2,4 GHz y 5 GHz) 802.11ac MIMO 2x2
- 1 puerto 10/100/1000 Mbps RJ45
- Configuración también mediante interfaz web
- 16 SSIDs por AP
- 4.55 dBi (2.4 GHz)/4.25 dBi (5 GHz)
- Hasta 256 usuarios concurrentes por AP
- Incluye portal cautivo hotspot
- Aislamiento entre clientes inalámbricos
- Limitación de ancho de banda por usuario o por SSID
- Selección automática del canal
- Fast roaming entre AP
- Activación de SSID según horario
- Acceso invitados
- Balanceo de carga entre bandas
- Certificado WiFi Alliance.
- Alimentación DC Input: 12 VDC PoE 802.3af



Figura 24: Antena ePMP 1000 Marca Cambium Network.

(Fuente: Cambium Network)

En ese sentido considerando las características de funcionalidad descritas, es viable el diseño si se considera estas mínimas condiciones técnicas (funcionalidad).

Gabinete del Nodo Terminal (Shelter Eltek)

El Shelter Eltek se encontrará en una base de cemento de 2.0mx2.2mx0.35m, con su respectiva viga H, la solución integra un sistema de ventilación, banco de baterías, sistema de rectificación y en la parte exterior se encontrará instalado un Tablero Monofásico (Figura 25).



Figura 25: Shelter Eltek del Nodo Terminal

(Fuente: www.eltek.com)

Switch Nokia OS 6450 DC-P24

Los switches cumplen con las siguientes especificaciones técnicas:

- Soportar Rapid Spanning Tree protocol, LAG, VLANs, LLDP, QoS (Tos/CoS,etc).
- Soporte de seguridad a través de usuarios y password.
- Soporte para SSH, SSH2, SNMP.
- Temperatura e Operación: entre 0°C y 45°C.

- Humedad relativa entre 5% y 90%. Ver Figura 26.

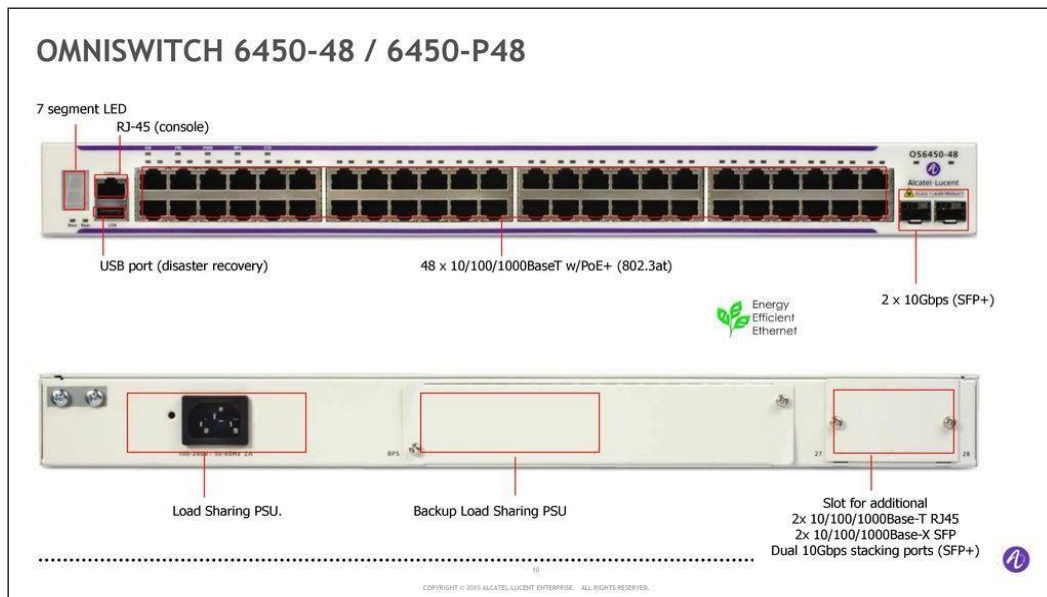


Figura 26: Switch Nokia OS 6450 DC-P24.

(Fuente: www.nokia.com)

En ese sentido considerando las características de funcionalidad descritas, es viable el diseño si se considera estas mínimas condiciones técnicas (funcionalidad).

Nodo Core Alcatel Sr 7750

Cumple la función del monitoreo, gestión y control de todos los equipos electrónicos activos instalados en el Nodo Terminal en el Noc y en los otros nodos de la red transporte (Agregación, Distribución y conexión).

Características

Plataforma de servicios múltiples y alto rendimiento para servicios IP avanzados

El enrutador de servicio Alcatel-Lucent 7750 aprovecha la tecnología de silicio de 400 GB/s FP3 para ofrecer un rendimiento excepcional y una amplia gama de servicios IP para mejorar la eficiencia operativa. Proporciona enrutamiento de borde de servicios múltiples para un gran proveedor de servicios empresariales y de nube para ofertas de diversos clientes. Ofrece hasta 9,6 TB/s y admite puertos hasta 36 x 100 GbE, 60 x 40 GbE y 360 GbE para las aplicaciones más exigentes. Es compatible con tarjetas de línea y hardware de sistema redundante para una alta capacidad de recuperación y disponibilidad.

Sistema operativo resistente para alta disponibilidad

El enrutador de servicio Alcatel-Lucent 7750 incluye sistema operativo de enrutador de servicio (OS SR), un sistema operativo de nivel de operador, altamente tolerante a fallos y con muchas funciones.

El sistema operativo único en toda la cartera de SR proporciona operaciones y gestión coherentes y fiables. Reduzca las interrupciones en el servicio con enrutamiento sin pausa, servicios sin pausa, actualizaciones de software en servicio (ISSU) y resistencia para aplicaciones de misión crítica en varios chasis. Conjunto completo de herramientas de supervisión y calidad de servicio a través de dominios IP, MPLS y Ethernet para una mejor visibilidad.

Funciones avanzadas de QoS jerárquica e inteligencia integrada para servicios basados en SLA

El enrutador de servicio Alcatel-Lucent 7750 incluye QoS jerárquica avanzada (H-QoS) que ofrece servicios superiores y basados en un acuerdo de nivel de servicio estricto (SLA) para mejorar la flexibilidad. Soporte de hardware para varios niveles y supervisión de jerarquías para tráfico de vídeo, voz y datos para servicios empresariales, de usuarios finales y tecnología móvil de misión crítica. Módulos opcionales de servicios integrados para permitir el tratamiento diferencial de QoS de los flujos de tráfico. Obtenga una mejor calidad de la experiencia (QoE) para los usuarios finales y más visibilidad para el operador de servicios y aplicaciones en ejecución en sus redes.

Reduce los costes operativos y la protección de la inversión

El enrutador de servicio Alcatel-Lucent 7750 ofrece operaciones de red simplificadas de plataforma convergente de múltiples servicios con un conjunto de características, gestión y modelo de funcionamiento uniformes. Proporciona aprovisionamiento automatizado de los usuarios finales y servicios utilizando plantillas de servicio para la autenticación, autorización y supervisión, reduciendo la mayoría de aprovisionamiento de servicio manual. La visibilidad de nivel de servicio en la red con gestión de reconocimiento de servicio proporciona las operaciones simplificadas e integradas para la gestión de servicios. La capacidad de red y la escalabilidad de servicio pueden evolucionar de forma continua junto con los requisitos para mejorar la protección de la inversión (Figura 27).



Figura 27: Alcatel Lucent SR7750

(Fuente: www.nokia.com)

Módulos Rectificador ELTEK.

El Shelter incluye una etapa rectificadora. Para el presente diseño se usará una etapa DC Rectificador (HE Solar) ELTEK Power Core 6Kw-48V/220V con un controlador Smart Pack S. Este Modulo rectificador se puede ser utilizado entre otras industrias en las de Móviles/Wireless. Ver Figura 28.



Figura 28: ELTEK Power Core 6Kw-48V/220V
(Fuente: www.eltek.com)

Banco de baterías

El Shelter incluye una etapa autonomía del sistema por intermedio de un banco de baterías, para la presente Tesis se sugiere una autonomía de 48Hrs. Las baterías sugeridas son de la Marca Italiana FIAMM 12XL205 de 12V, por tanto 04 Unidades para el requerimiento de -48V. Ver Figura 29.



Figura 29: FIAMM 12XL205 de 12V
(Fuente: www.fiamm.com)

Sistema de climatización

El Shelter incluye una etapa de climatización Eltek Ventilación System (EVS), que censa la temperatura interna y externa. Ver Figura 30.



Figura 30: Eltek Ventilation System (EVS)
(Fuente: www.fiamm.com)

Receptor (Entidad beneficiaria)

En el receptor, es decir en las entidades se instalará un mástil de 12m, en el cual se instalará un CPE y vía cable UTP. Para la recepción del servicio de banda ancha se cuenta con un elemento receptor CPE Out Door, que se conecta a un POE CPE por intermedio de un cable UTP. Así mismo el POE CPE energiza a un Router Mikrotik, este a la vez se conecta a un Switch Dlink y finalmente este conecta a dos elementos: Primero a un Access Point Marca Xirrus y Segundo a la PC de la entidad beneficiaria las misma que se conecta a su impresora. Ver Figura 31.

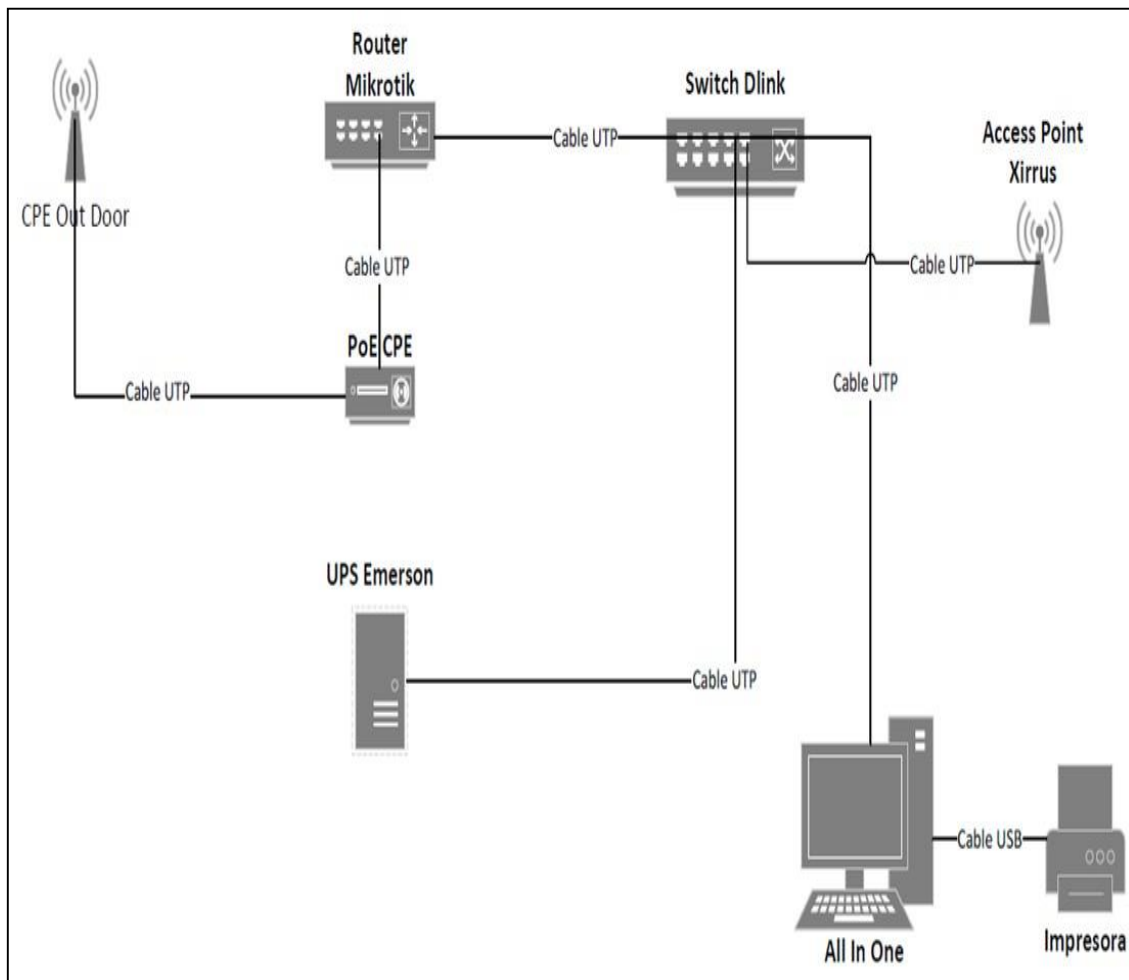


Figura 31: Diagrama de Interconexión de Red en el Receptor
(Fuente: Fondo de Inversión en Telecomunicaciones, FIDEL)

Para la conexión eléctrica se necesita una toma pre-existente de 220VAC, la cual se encontrará conectada a una toma de corriente de energía, la cual permitirá la conexión hacia un UPS Marca Emerson, para la autonomía del sistema, la misma que se conecta a una regleta de energía y que conecta a un Router Mikrotik y Switch Dlink. El UPS Emerson se conecta a la PC del beneficiario. (Figura 32).

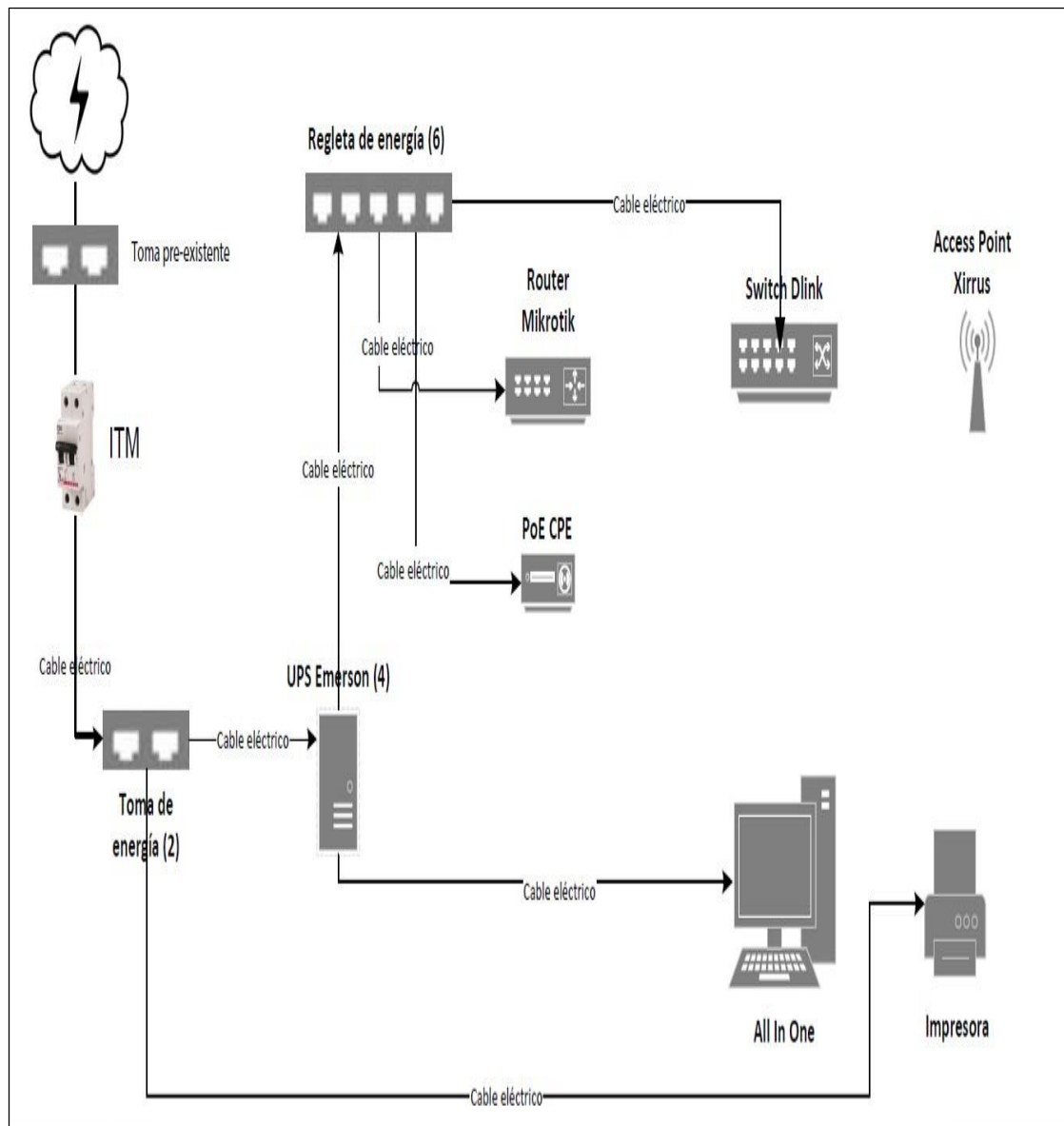


Figura 32: Diagrama de conexión eléctrica en el Receptor.
 (Fuente: Fondo de Inversión en Telecomunicaciones, FITEL)

Router Mikrotik.

El RB750r2 (hEX lite) es un pequeño enrutador ethernet de cinco puertos con carcasa de plástico. Es un enrutador con capacidad MPLS. Con su diseño compacto y aspecto limpio, se integrará perfectamente en cualquier entorno Ver Figura 33 y Tabla 5.

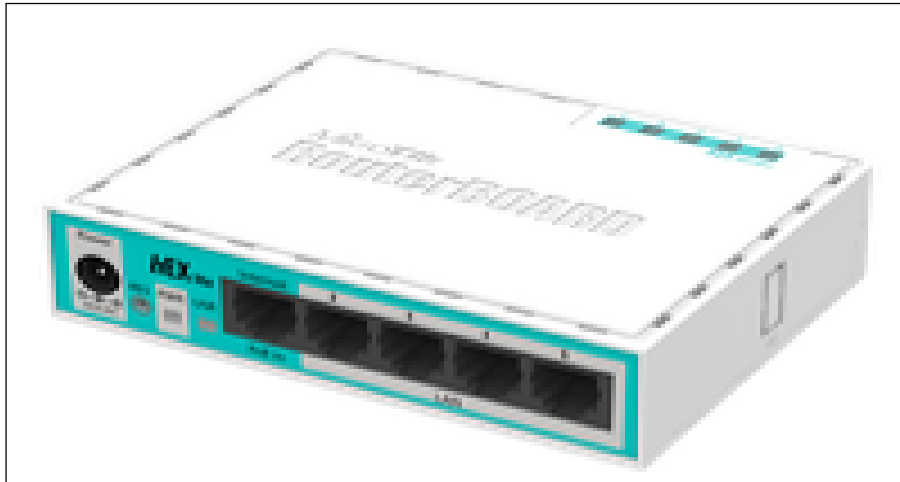


Figura 33: Router MIKROTIC RB750r2 (hEX lite) y Adaptador 12V/0.5A
(Fuente: www.routerboard.com)

Details	
Product code	1
10/100 Ethernet ports	5
Architecture	MIPS-BE
CPU	QCA9533
CPU corecount	1
CPU nominal frequency	850 MHz
DC jack input Voltage	6-30 V
Dimensions	113x89x28mm. Weight without packaging and cables: 129g
License level	4
Max Power consumption	2W
Number of DC inputs	2
Operating System	Router OS
PoE in	Passive PoE
PoE in input Voltage	6-30 V
Size of RAM	64 MB
Storage size	16 MB
Storage type	FLASH
Supported input voltage	6V - 30V
Test temperature	-20C to +70C
Suggested price	\$39.95

Tabla 9: Características técnicas de Router MIKROTIC RB750r2.
(Fuente: www.mikrotik.com)

En ese sentido considerando las características de funcionalidad descritas, es viable el diseño si se considera estas mínimas condiciones técnicas (funcionalidad).

Switch Dlink

La serie DGS-1210 de D-Link es la última generación de Switches Web Smart que ofrece Tecnología D-Link Green. La serie integra administración avanzada y funciones de seguridad que proporcionan rendimiento y la escalabilidad. Ver Figura 34.

El DGS-1210-10P es capaz de suministrar energía eléctrica a los dispositivos que soporten PoE a través del protocolo 802.11af. Cada puerto en el DGS-1210-10P puede suministrar hasta 30W de energía, con un máximo total estimado de 193W. Esto permite eliminar la necesidad de colocar dispositivos cerca de salidas de poder y ayuda a limpiar el ambiente de cables y alambres sueltos. Para cualquier dispositivo que no soporte PoE, se encuentran disponibles los Adaptadores PoE como el DWL-P50 de D-Link que elimina la necesidad de utilizar los adaptadores de poder externos en estos equipos.

Puede configurar rápidamente el Switch sin preocuparse por volver a configurar cualquier configuración y entrega acceso fácil para el usuario.



Figura 34: Switch DGS-1210-10P-Dlink (8-ports Gigabit - 2-ports Combo UTP/SFP; PoE Smart Switch)
(Fuente: www.dlinkla.com)

En ese sentido considerando las características de funcionalidad descritas, es viable el diseño si se considera estas mínimas condiciones técnicas (funcionalidad).

Access Point Xirrus

XR-320 ofrece conectividad Wi-Fi aprovechando la infraestructura cableada existente. Los puntos de acceso Gigabit Xirrus son de alto rendimiento se conecta directamente a las tomas de pared Cat5 / Cat6. Según su performance es ideal para aplicaciones como video y aplicaciones sensibles a la latencia como VoIP (Figura 35).



Figura 35: XR-320-Multi-Device Wired and Wireless Connectivity
(Fuente: www.xirrus.com)

CPE Outdoor.

Para el presente Diseño de Tesis se optará por CPE Outdoor ePMP Force 180 de la Marca Cambium Network. Se trata de la segunda generación de radio ePMP integrada. Con 2×2 MIMO en la banda de 5 GHz, con capacidad de 200+ Mbps y con antena integrada de 16 dBi, puede ser utilizado como CPE, como punto de acceso (sin sincronismo) o como PTP (Figura 36).

Funcionalidades principales

- Ganancia superior. 16 dBi en comparación con 13 dBi.
- Puerto Gigabit Ethernet.
- Herraje con inclinación incluida.
- Compatibilidad con PoE Cambium y POE estándar para facilitar la migración de las redes a ePMP.



Figura 36: ePMP Force 180, 5GHz, Cambium Network
(Fuente: Cambium Network, www.cambiumnetworks.com)

En ese sentido considerando las características de funcionalidad descritas, es viable el diseño si se considera estas mínimas condiciones técnicas (funcionalidad).

4.1.6.2. Evaluación de ODF y Tramos de Fibra Óptica ADSS.

Tramos de Fibra Óptica ADSS. Se considera los siguientes tramos de Fibra Óptica ADSS de llegada hacia cada uno de los Distritos en estudio, Tabla 6:

Desde	Hacia el Distrito	Dist. FO entre Empalme-Dist. (Km)	Dist. FO Total entre Distritos (Km)
Chivay	Empalme de derivación 1	5	
Empalme de derivación 1	Caporaque	2.2	
Fibra óptica hacia Caporaque			7.2
Empalme de derivación 1	Empalme de derivación 2	2.3	
Empalme de derivación 2	Yanque	0.44	
Fibra óptica hacia Yanque			2.74
Empalme de derivación 2	Empalme de derivación 3	3.4	
Empalme de derivación 3	Ichupampa	0.1	
Empalme de derivación 3	Achoma	2	
Fibra óptica hacia Ichupampa y Achoma			5.5
Empalme de derivación 3	Empalme de derivación 4	8	
Empalme de derivación 4	Maca	2.2	
Fibra óptica hacia Maca			10.2

Empalme de derivación 4	Empalme de derivación 5	1.46	
Empalme de derivación 5	Lari	0.15	
Fibra óptica hacia Lari			1.61
Empalme de derivación 5	Empalme de derivación 6	4.8	
Empalme de derivación 6	Madrigal	0.14	
Fibra óptica hacia Madrigal			4.94
Empalme de derivación 6	Cabaconde	19.5	
Fibra óptica hacia Cabaconde			19.5
Tramo de Fibra óptica ADSS Total (Desde Chivay hasta Cabaconde):			51.69

Tabla 10: Distancias de F.O. y puntos de empalmes

(Fuente: Elaboración propia)

En total se usará una Fibra Óptica, desde Chivay hacia el Distrito de Cabaconde 51.69Km.

ODF

La línea de salida desde Chivay será desde un ODF con una Fibra Óptica ADSS de 16 Hilos, dos hilos para cada Distrito (Figura 37).

En función que el presente proyecto de Tesis es una propuesta para extender el servicio de Banda Ancha a la Provincia de Caylloma y además que esta red se cuelga de la Red Dorsal Nacional de Fibra óptica en el Nodo de Chivay ya se cuenta con un ODF, el mismo que se aprovechará para tender de allí la fibra ADSS de 51.59Km hacia cada uno de los Distritos, y en los cuales para cada Nodo Terminal llegara dicha fibra a un ODF de 24 puertos para Fibra Óptica y que se conectará a la vez a la con el Swtitch Nokia 6450 DC P24.

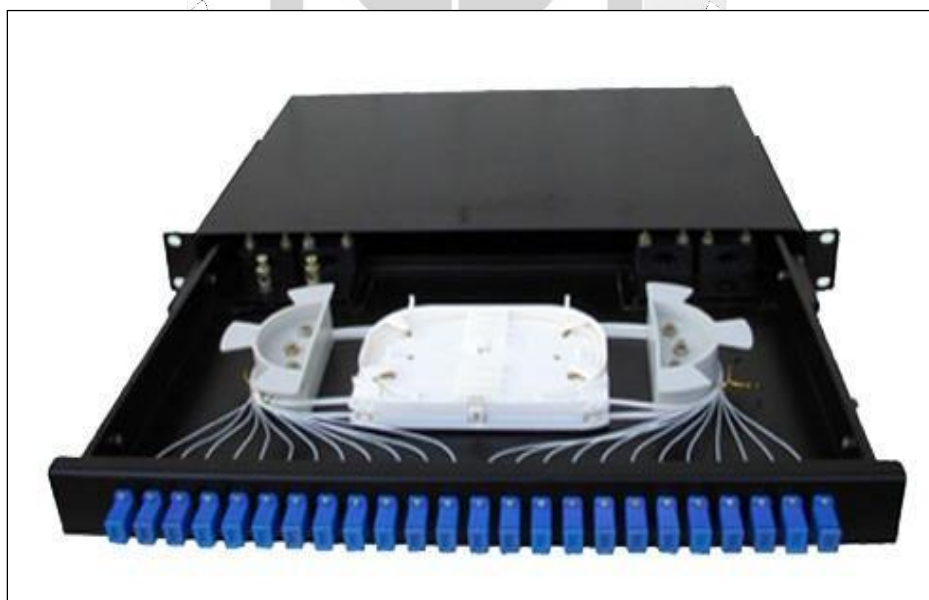


Figura 37: ODF de 24 puertos de Fibra Óptica

(Fuente: <http://www.globaltech-solutions.net>)

Características:

- Utilizado para la conexión ramificada de la terminación del cable óptico.
- Estructura estándar de 19 ", montaje en bastidor
- Disponible para la instalación de adaptadores.
- Estructura del cajón, fácil de operar.

Especificaciones: Las especificaciones son tal como se muestra en la Tabla 7.

Dimensión	Material	Max Capacity	Interface Type	Weight
430X300X1U	Cold Rolled Steel Sheet	12 cores	FC, ST, SC.LC...	5.5 kgs
430X300X1U	Cold Rolled Steel Sheet	24 cores	FC, ST, SC.LC...	5.5 kgs
430X300X2U	Cold Rolled Steel Sheet	48 cores	FC, ST, SC.LC...	6.2 kgs

Tabla 11: Especificaciones

(Fuente: Globaltech-Solutions)

En ese sentido considerando las características de funcionalidad descritas, es viable el diseño si se considera estas mínimas condiciones técnicas (**funcionalidad**).

Del mismo modo, bajo las condiciones anteriormente descritas, el diseño cuenta con una probabilidad alta de dotar un buen funcionamiento al diseño propuesto y que desarrolle sus funciones bajo tales condiciones y durante un periodo determinado (**fiabilidad**). Así mismo, genera la cualidad de mantener en buen estado durante el tiempo el diseño propuesto (sostenibilidad), finalmente el diseño bajo los equipos considerados proporciona la capacidad para el buen funcionamiento de servicio de banda ancha (**eficiencia**).

4.2. Descripción de los artefactos elaborados

4.2.1. Ejecución del Proyecto de Diseño ¹⁹⁶⁴

Conocida la solución se procederá con el despliegue del personal (técnicos, supervisores) y equipamiento necesario para la instalación de la solución en cada uno de los ocho distritos considerados en la presente tesis, tendido de la Fibra óptica, Instalación de Torre del Nodo Terminal para que finalmente el sitio sea entregado a las autoridades locales. La gestión se encontrará a cargo de un operador (Telefónica, Entel, Quanta Services, Gilat Perú) que se dará en licitación posterior a la aceptación y entrega del sitio a las autoridades locales.

4.2.1.1. Despliegue Operativo.

El despliegue contempla el despliegue de todos los recursos que se cuentan para la implementación del servicio en los ocho distritos de Caylloma. El personal técnico debe contar con las herramientas y seguros SCTR del caso para los trabajos en altura, SCTR, se estima que el despliegue del proyecto se lleve a cabo en tres meses.

4.2.1.2. Aceptación Técnica del Sitio.

Finalizada la implementación de los ocho Nodos Terminales (Enlaces del NT PMP) y del tendido de la Fibra Óptica desde Chivay se realizará la aceptación de sitio a la autoridad de la Provincia de Caylloma, los cuales no incurrirán en gastos por el servicio ya que será asumido por el estado. El proveedor del servicio de Internet y por conveniencia de cercanía de su red será Optical Network, con un costo de S/. 420.00 por 6MB, el cual será asumido por el estado hacia el operador que gane la licitación finalmente.

4.3. Descripción de la solución tecnológica

4.3.1. Fase de Simulación

Para solución final se realizara una simulación de enlace Punto a multipunto entre del nodo terminal que comprende el AP y la institución beneficiará el cual estará instalada el CPE aquí analizaremos la funcionabilidad, la fiabilidad, la sostenibilidad y eficiencia del enlace el cual tenemos como solución final para el diseño, los resultados dependerán mucho del buen funcionamiento de la red de transporte y el nodo de terminal el cual darán mejores resultados de procesos, para obtener la prueba de calidad, donde mencionaremos detalladamente la conectividad y la velocidad de los equipos.

4.3.2. Simulación de Enlace Microondas Punto a Multipunto

Para nuestra solución final usaremos el software de Cambium Networks, link-Planner el cual tiene modelos de equipamiento microonda el cual pertenece a los mismos equipos de la marca. Este software es una herramienta el cual nos ayuda a crear enlaces microondas y realizar el parámetro de enlace (Tabla 8) de la disponibilidad y rendimiento de los datos del presente diseño.

PARAMETROS	Valor
Potencia de <u>transmision</u> (dBm)	18
Frecuencia de Operación (hz)	5735 Mhz
Ancho de banda de canal (Hz)	20Mhz
Tipo de Antena	Integrada
Ganancia de Antena(dBi)	15,5
Sensibilidad (dBm)	-82
Azimut (Xº)	24
Elevación (Yº)	10
Polarización	V/H

Tabla 12: Parámetros de enlace
(Fuente: Cambium Networks)

Para la simulación evaluamos el rendimiento óptimo de nuestro equipo AP ePMP 1000 el cual tiene como configuración los valores del ancho de banda 5.8Ghz con un rango de distancia de 1 Km, luego

seleccionamos el tipo de antena y el Angulo que curvatura y el alto de la de antena el cual será de 15 metros aproximadamente, una vez tengamos una línea de vista sin obstáculos para la antena de punto a punto introduciremos los parámetros de azimut, tilt eléctrico y la potencia de transmisión (Ver figura 38).

Figura 38: Configuración de AP ePMP Link Planner
(Fuente: Cambium Networks)

Una vez configurado el Ap y el Cpe insertamos las coordenadas para visualizarlo en el mapa de tal manera: Para esta figura debemos tener el enlace de un nodo con sus instituciones de ejemplo tomare la localidad de Cabaconde con las instituciones beneficiarias siguientes (Ver Figuras 39, 40, 41, Tabla 9 y 10):

PROVINCIA	DISTRITO	LOCALIDAD	CAPITAL	TIPO DE NODO ÓPTICO (PROYECTO REGIONAL)	(**) DATA DE UBICACIÓN - FUENTE INEI		
					X_COORD	Y_COORD	Altura (m.s.n.m.)
CAILLOMA	CABACONDE	CABACONDE	DISTRITO	DISTRIBUCIÓN	-15.62195	-71.98026	3287

Tabla 13: Coordenadas del nodo Cabaconde
(Fuente: Elaboración propia)

Tipo de IIBB	LOCALIDAD	NOMBRE IIBB
Institución Educativa	CABANACONDE	Niño Jesús CABACONDE
Centro de Salud	CABANACONDE	CABANACONDE
Comisaría	CABANACONDE	CABANACONDE

Tabla 14. Nombres de Instituciones Beneficiarias del nodo CABANACONDE
(Fuente: Elaboración propia)



Figura 39: Vista de coordenadas GPS del Nodo de Cabanaconde hacia el Colegio Niño Jesús
(Fuente: Elaboración propia)

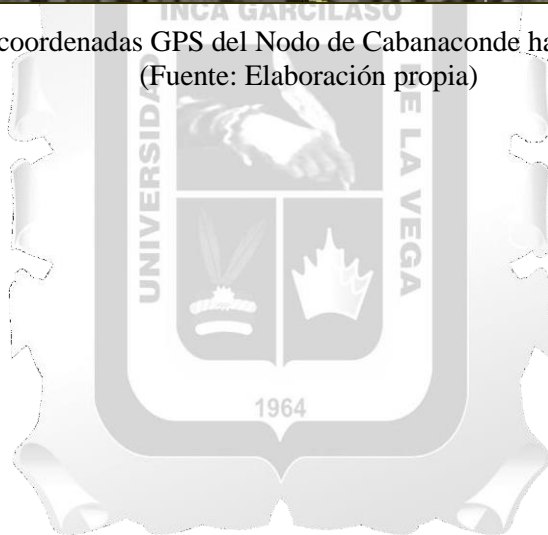




Figura 40: Vista Satelital con coordenadas GPS del Nodo Cabanaconde hacia la Posta Medica
(Fuente: Elaboración propia)



Figura 41: Vista Satelital con coordenadas GPS del Nodo Cabanaconde hacia la Comisaria
(Fuente: Elaboración propia)

Del mismo modo se evalúa mediante el Software Link Planner, los perfiles geográficos desde el punto de emplazamiento hacia las localidades beneficiadas, Ver Figuras 42, 43 y 44.

Perfil de enlaces simulados en el software LINKPLANNER



Figura 42: Desnivel del Ap y Cpe I.E. NIÑO JESUS DE CABANACONDE
(Fuente: Elaboración propia)



Figura 43: Desnivel del Ap y Cpe Comisaría de CABANACONDE
(Fuente: Elaboración propia)



Figura 44: Desnivel del Ap y Cpe Centro de Salud de CABANACONDE
(Fuente: Elaboración propia)

De acuerdo a la evaluación geográfica realizada se presenta la ubicación final, teniendo en cuenta cada entidad beneficiada (Fig. 45).



Figura 45: Vista Satelital del Ap y Cpe de las Instituciones Beneficiarias de CABANA CONDE
(Fuente: Elaboración propia)

CAPÍTULO V: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA

En este capítulo se sustentará el cumplimiento de los resultados obtenidos en la presente investigación.

5.1. Resultados Respecto a la Funcionalidad

En concordancia del **problema general**, como punto de partida para el análisis y planteamiento de los resultados: ¿En qué medida el Diseño de una red de comunicación influye en la mejora del acceso a internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma? y el objetivo general: Evaluar cómo influye una red de comunicaciones en la mejora del acceso a internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma, se obtiene en la presente investigación un resultado de Funcionalidad en la medida que:

- El diseño planteado, con las especificaciones técnicas sugeridas brinda una funcionalidad para el diseño planteado, tanto en la red de acceso como en la red de transporte (Fig. 46), la viabilidad técnica sobre la cercanía de los establecimientos beneficiados aporta adicionalmente a la funcionalidad en la medida que garantiza la adecuada transmisión hacia la localidad de interés y consecuentemente hacia entidad beneficiada (simulación con software Link Planner).
- El punto de partida, Nodo Chivay, garantiza del mismo modo la conectividad, toda vez que el medio de transporte como lo es la fibra óptica nos garantiza un mayor ancho de banda además de una mayor velocidad para el servicio de banda ancha en la provincia de Caylloma. Es necesario precisar que el Nodo Chivay pertenece a la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica (RDNFO).

El presente resultado se logrará medir con el **Indicador Nivel de Funcionalidad**, el cual permitirá por intermedio de esta métrica evaluar la correcta operatividad del diseño propuesto.

Finalmente, este resultado influye en la mejora del acceso a internet de banda ancha en la provincia de Caylloma, lo cual se encuentra alineado con el problema general y objetivo general del presente trabajo de investigación, descrito líneas arriba.

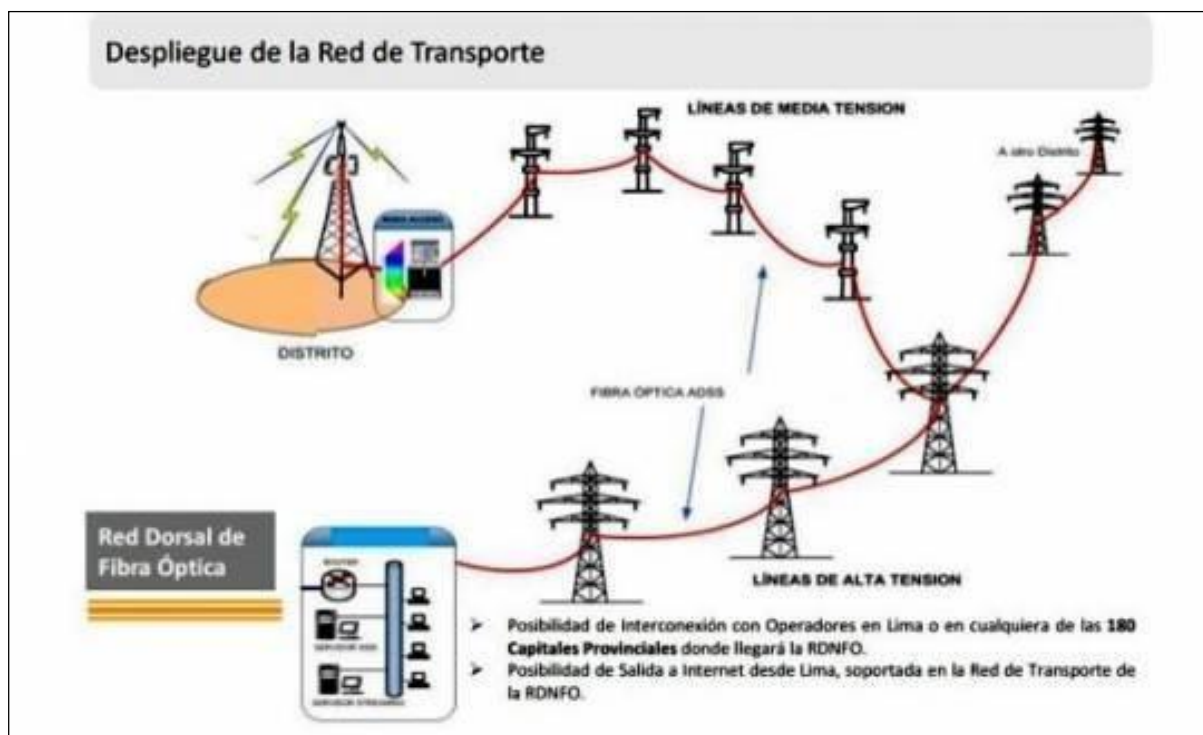


Figura 46: Diseño Red de Transporte

(Fuente: Fitel)

5.2. Resultados Respecto a la Fiabilidad

En concordancia del **problema general**, como punto de partida para el análisis y planteamiento de los resultados: ¿En qué medida el Diseño de una red de comunicación influye en la mejora del acceso a internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma? y el **objetivo general**: Evaluar cómo influye una red de comunicaciones en la mejora del acceso a internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma, se obtiene en la presente investigación un resultado de Funcionalidad en la medida que:

- El diseño planteado, con las especificaciones técnicas de equipamiento sugeridas proporciona una fiabilidad, los equipos inalámbricos trabajan de manera eficiente con una disponibilidad del 98%, el cual permitirá que el diseño se desarrolle y opere en las condiciones óptimas sobre las funciones que se requiere para la operatividad del diseño propuesto, además con tolerancia a fallas y durante un periodo determinado (se complementa la fiabilidad con la simulación con software Link Planner), Figura 47.
- La Fibra óptica usada en la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica (RDNFO) tienen un tiempo de vida de veinte (20) años, el cual contribuye a sustentar adicionalmente la fiabilidad de la propuesta en el presente trabajo de investigación.

El presente resultado se logrará medir con el **Indicador Nivel de Fiabilidad**, el cual permitirá por intermedio de esta métrica evaluar la correcta operatividad del diseño propuesto.

Finalmente, este resultado influye en la mejora del acceso a internet de banda ancha en la provincia de Caylloma, lo cual se encuentra alineado con el problema general y objetivo general del presente trabajo de investigación, descrito líneas arriba.

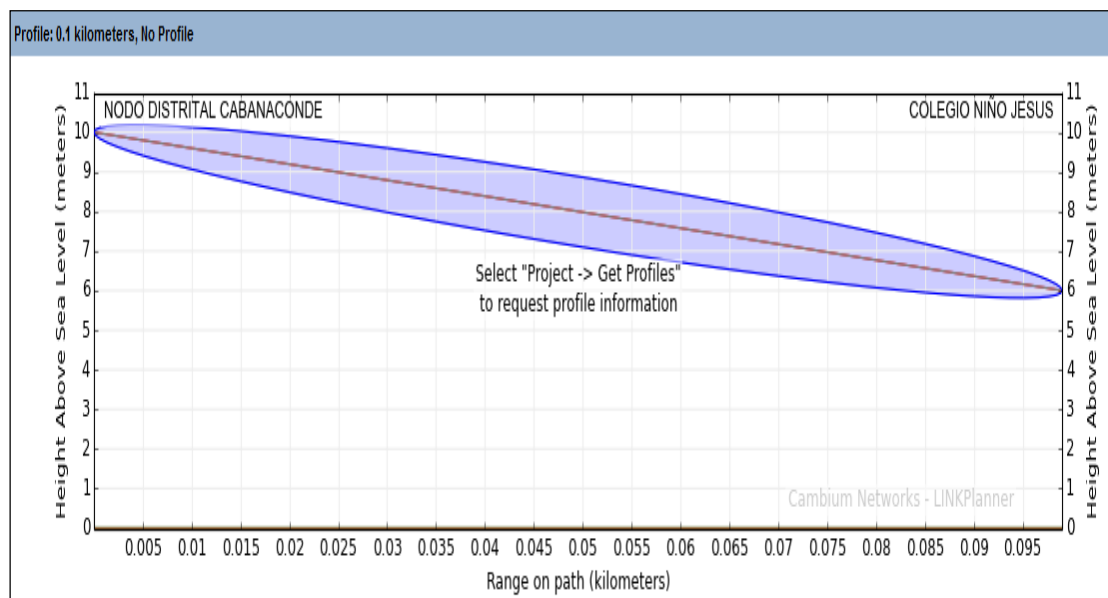


Figura 47: Simulación de enlace microondas en Link Planner a la institución educativa (Fuente: Elaboración propia)

5.3. Resultados respecto a la Sostenibilidad

En concordancia del **problema general**, como punto de partida para el análisis y planteamiento de los resultados: ¿En qué medida el Diseño de una red de comunicación influye en la mejora del acceso a internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma? y el **objetivo general**: Evaluar cómo influye una red de comunicaciones en la mejora del acceso a internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma, se obtiene en la presente investigación un resultado de Funcionalidad en la medida que:

- El diseño planteado, con las especificaciones técnicas de equipamiento sugeridas proporcionan una robustez del sistema, en consecuencia su sostenibilidad. Tal como se mencionó en el apartado anterior la Fibra Óptica instalada en la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica garantiza un tiempo de vida de veinte (20) años, cual aporta en ese sentido el resultado de sostenibilidad para la prestación del servicio de banda ancha en la provincia de Caylloma.

El presente resultado se logrará medir con el **Indicador Nivel de Sostenibilidad**, el cual permitirá por intermedio de esta métrica evaluar la correcta operatividad del diseño propuesto.

Finalmente, este resultado influye en la mejora del acceso a internet de banda ancha en la provincia de Caylloma, lo cual se encuentra alineado con el problema general y objetivo general del presente trabajo de investigación, descrito líneas arriba.

5.4. Resultados Respecto a la Eficiencia

En concordancia del problema general, como punto de partida para el análisis y planteamiento de los resultados: ¿En qué medida el Diseño de una red de comunicación influye en la mejora del acceso a internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma? y el objetivo general: Evaluar cómo influye una red de comunicaciones en la mejora del acceso a internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma, se obtiene en la presente investigación un resultado de Funcionalidad en la medida que:

- El diseño planteado, y en consideración del medio de transmisión usado se espera lograr retardos de paquetes bajos, en esa medida que se garantice una buena eficiencia del sistema propuesto (Fig. 48), performance de red.
- De otro lado la sensibilización del servicio hacia la población, por parte de las autoridades locales, permitirá en ese aspecto lograr una mayor eficiencia en la prestación y uso del servicio de internet de banda ancha en la provincia de Caylloma.

El presente resultado se logrará medir con el **Indicador Nivel de Eficiencia**, el cual permitirá por intermedio de esta métrica evaluar la correcta operatividad del diseño propuesto.

Finalmente, este resultado influye en la mejora del acceso a internet de banda ancha en la provincia de Caylloma, lo cual se encuentra alineado con el problema general y objetivo general del presente trabajo de investigación, descrito líneas arriba.



Figura 48: Prueba DNS y test de velocidad que se espera lograra en instituciones beneficiadas (Fuente: Elaboración propia)

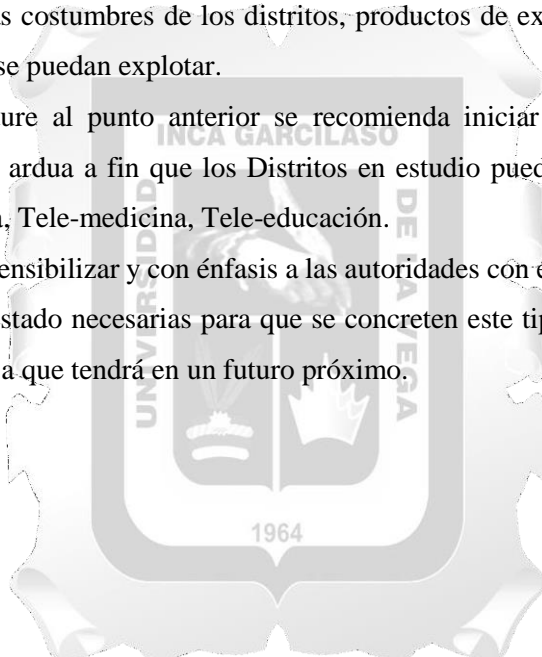
CONCLUSIONES

Culminada la Tesis “Diseño de una Red de comunicación para mejorar el acceso a internet de Banda Ancha en la Provincia de Caylloma, Arequipa”, podemos dejar establecidas las siguientes conclusiones:

1. Bajo un contexto de oportunidades, educación y comerciales, se predetermina que la funcionalidad de la red de comunicaciones es viable, y además que para tal efecto tenemos como sustento el contar con la RDNFO. Por lo cual queda predeterminado a través de un estudio de Diseño que la implementación de la Red de Comunicaciones inalámbricas, el mismo influye de forma positiva en los ocho distritos de la provincia de Caylloma, (Coporaque, Yanque, Ichupampa, Achoma, Maca, Lari, Madrigal y Cabanaconde) en aspectos comerciales, educativos, oportunidades comerciales.
2. Bajo un contexto de oportunidades, educación y comerciales, se predetermina que la fiabilidad de la red de comunicaciones es viable, y además que para tal efecto tenemos como sustento el contar con la Red de Transporte y el equipamiento técnico necesario para que la implementación sea fiable técnica y económicamente.
3. Bajo un contexto de oportunidades, educación y comerciales, se predetermina que la sostenibilidad de la red de comunicaciones es viable, y además que para tal efecto tenemos como sustento el contar con la Red de Transporte y el uso adecuado por parte del usuario final que mediante las probabilidades asumimos que estaremos en un 80% de su verdadero potencial que seguirá creciendo a medida de la demanda.
4. Bajo un contexto de oportunidades, educación y comerciales, se predetermina que la eficiencia de la red de comunicaciones es viable, y además que para tal efecto tenemos como sustento el contar con la RDNFO y el equipamiento Punto Multipunto, que hará que nuestro diseño y futura implementación tenga un nivel de eficiencia del 100%.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda estudios posteriores sobre el despliegue de la red en zonas aledañas que no cuenten con un estudio de Diseño para una red de comunicaciones de banda ancha, de tal modo que se optimice al máximo la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica.
2. Respecto del punto anterior se sugiere aprovechar la red de baja tensión, tendida en la zona por el concesionario de energía eléctrica local a fin de aprovechar el tendido y ahorrar costos de inversión.
3. Se recomienda el aprovechamiento de la red para usarlo en el internet de las cosas (IOT) entre otros servicios convergentes como la Telemedicina, Seguridad, etc.
4. Se recomienda contar con un programa de sensibilización en la zona sobre el uso del internet y ventajas potenciales con el fin de sacarle el máximo provecho al mismo, tales como la promoción de las costumbres de los distritos, productos de exportación, entre otros factores potenciales que se puedan explotar.
5. Cuando se madure al punto anterior se recomienda iniciar una etapa de sensibilización tecnológica más ardua a fin que los Distritos en estudio puedan contar con servicios como Video-vigilancia, Tele-medicina, Tele-educación.
6. Se recomienda sensibilizar y con énfasis a las autoridades con el fin que se tomen las medidas de políticas de estado necesarias para que se concreten este tipo de Proyectos, considerando además la ventaja que tendrá en un futuro próximo.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Academy, C. N. (2018). *Cena routing and switching: Escalamiento de redes. Computer Software Manual*, 6(1).
- Agapito, S. y Peralta, J. (2016). *Diseño de red de Banda Ancha para brindar Acceso a los servicios de Telecomunicaciones a las localidades del Distrito de Pimentel, de la Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque para estimular su desarrollo económico, educativo y social disminuyendo la brecha*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (Episteme (ed.); Sexta edición).
https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION
- Bossio, J. (2011). *Plan Nacional de Banda Ancha Perú*.
- Cabezas, E., Naranjo, D., & Torres, J. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica*.
[http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/15424/Introduccion a la Metodologia de la investigacion cientifica.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/15424/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- CISCO. (2016). *Principios básicos de enrutamiento y switching. CCNA1 V5*.
https://jehovanichavezsv.files.wordpress.com/2016/08/pdf_ccna1-compressed.pdf
- Cuba, O. (2020). *Diseño de una red de comunicaciones para demostrar la mejora en la gestión educativa de los colegios del CEBA "MATIAZA RIMACHI"*. Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.
- Gonzales Calvo, A. (2018). *Diseño de una Red Inalámbrica de Banda Ancha para un Entorno Rural*. Universitat Oberta de Catalunya.
- Guimi. (2009). *Redes de comunicaciones. Redes de Comunicaciones*.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de Investigación* (M. Hill (ed.); Sexta edición).
<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Iguavita Gallardo, C. (2021). *Diseño de una red de fibra óptica GPON para el barrio Chicalá de Bogotá bajo los lineamientos de gestión de proyectos del PMI*. Universidad Santo Tomás.
- ITU. (2013). *ESTUDIO DE LA CONECTIVIDAD INTERNACIONAL DE INTERNET en América Latina y el Caribe*.
- Janampa Huaman, J. (2019). *Diseño de una red de fibra óptica para implementar el servicio de banda ancha para Andina Perú cable E.I.R.L. en la ciudad de Cerro de Pasco*. Univesidas Nacional Daniel Alcides Carrión.

- Malaver, M., Rivera, H., & Álvarez, L. (2010). LA CIENCIA DE LAS REDES, LA CONECTIVIDAD Y LA SOCIEDAD. *Semestre Económico*, 13(26), 149–157. <https://www.redalyc.org/pdf/1650/165014341008.pdf>
- Miranda, C. (2014). *Sistemas informáticos y redes locales* (3rd ed.).
- Mölleryd, B. (2015). *Development of High-speed Networks and the Role of Municipal Networks*. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5jrql7rvns3-en.pdf?expires=1643486928&id=id&accname=guest&checksum=4E4986EE821718E45CB0431B1723E4F4>
- More, J., & Argandoña, D. (2018). *INFRAESTRUCTURA DE FIBRA ÓPTICA EN EL PERÚ*. <https://repositorio.osiptel.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12630/388/dt-41-infraestructura-fibra-optica-peru.pdf>
- MTC. (2021). *Plan Nacional para el desarrollo de la Banda Ancha en el Perú*.
- Núñez Pacheco, A. (2018). *Diseño de una red de transporte sobre fibra óptica para incrementar la banda ancha de las regiones: Arequipa, Moquegua, Puno y Tacna*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- OECD. (2014). *Wireless Market Structures and Network Sharing*. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5jxt46dzl9r2-en.pdf?expires=1643487425&id=id&accname=guest&checksum=E4C564BC620F7C9A0FE2B0E5343F6F0E>
- Reinosa Sandoval, R. (2018). *Propuesta de diseño de una red de banda ancha para mejorar los servicios de telecomunicaciones de las zonas rurales de la provincia de Piura*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- SATRA. (2017). *Curso de certificación de fibra Óptica*.
- Yupanqui Gonzales, S. (2021). *Diseño de red de fibra óptica de interconexión con la red dorsal para la Municipalidad Distrital de Cajamarquilla provincia de Huaraz-2018*. Universidad Católica Los Angeles Chimbote.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
GENERAL	¿Cómo influye un diseño de una Red de Comunicaciones en la mejora del acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma?	Determinar cómo influye un diseño de una Red de Comunicaciones en la mejora del acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma.	El diseño de una Red de Comunicaciones mejora el acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma.	Independiente: Diseño de una Red de Comunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de funcionalidad • Nivel de fiabilidad • Nivel de sostenibilidad • Nivel de eficiencia
ESPECIFICOS	<p>¿Cómo influye la funcionalidad de un diseño de una Red de Comunicaciones en la mejora del acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma?</p> <p>¿Cómo influye la fiabilidad de un diseño de una Red de Comunicaciones en la mejora del acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma?</p> <p>¿Cómo influye la sostenibilidad de un diseño de una Red de Comunicaciones en la mejora del acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma?</p> <p>¿Cómo influye la eficiencia de un diseño de una Red de Comunicaciones en la mejora del acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma?</p>	<p>Determinar cómo influye la funcionalidad de un diseño de una Red de Comunicaciones en la mejora del acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma.</p> <p>Determinar cómo influye la fiabilidad de un diseño de una Red de Comunicaciones en la mejora del acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma.</p> <p>Determinar cómo influye la sostenibilidad de un diseño de una Red de Comunicaciones en la mejora del acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma.</p> <p>Determinar cómo influye la eficiencia de un diseño de una Red de Comunicaciones en la mejora del acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma.</p>	<p>La funcionalidad de un diseño de una Red de Comunicaciones mejora el acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma.</p> <p>La fiabilidad de un diseño de una Red de Comunicaciones mejora el acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma.</p> <p>La sostenibilidad de un diseño de una Red de Comunicaciones mejora el acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma.</p> <p>La eficiencia de un diseño de una Red de Comunicaciones en la mejora del acceso al internet de banda ancha en la Provincia de Caylloma.</p>	<p>Dependiente:</p> <p>Acceso al internet de banda ancha</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de Ancho de Banda • Calidad de Servicio

(Fuente: Elaboración propia)