

UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO



FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

**RADIO ENLACE CON TECNOLOGÍA AIRMAX PARA INTERNET DE
BANDA ANCHA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PEDRO PABLO
ATUSPARIA - VICOS, 2019**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

PRESENTADO POR: Bachiller

Juan Carlos Coleto Herrera

ASESOR:

Dr. Luis Ruperto Alvarado Cáceres

HUARAZ - PERU

2021



FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, CONDUCENTES A
OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

1. Datos del autor:

Apellidos y Nombres: _____

Código de alumno: _____

Teléfono: _____

E-mail: _____

D.N.I. n°: _____

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Tipo de trabajo de investigación:

Tesis

Trabajo de Suficiencia Profesional

Trabajo Académico

Trabajo de Investigación

Tesinas (presentadas antes de la publicación de la Nueva Ley Universitaria 30220 – 2014)

3. Para optar el Título Profesional de:

4. Título del trabajo de investigación:

5. Facultad de: _____

6. Escuela o Carrera: _____

7. Línea de Investigación (*): _____

8. Sub-línea de Investigación (*): _____

() Según resolución de aprobación del proyecto de tesis*

9. Asesor:

Apellidos y nombres _____ D.N.I n°: _____

E-mail: _____ ID ORCID: _____

10. Referencia bibliográfica: _____

11. Tipo de acceso al Documento:

Acceso público* al contenido completo.

Acceso restringido** al contenido completo

Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:



12. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

Firma del autor

13. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia Creative Commons, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.



El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

14. Para ser verificado por la Dirección del Repositorio Institucional

Seleccione la
Fecha de Acto de sustentación:

Huaraz,

Firma:



Varillas Wiliam Eduardo
Asistente en Informática y Sistemas
- UNASAM -

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.



UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 06-2021

Siendo las 5:00 p.m. horas del día jueves 16 de diciembre de año 2021, los miembros del Jurado de Sustentación de Tesis que suscriben, designados según Resolución de Consejo de Facultad N°046-2021-UNASAM-FC de fecha 25 de marzo del 2021, se reunieron en Acto Público, de manera virtual mediante la plataforma Microsoft Teams de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, para evaluar la defensa de la tesis presentada por el Bachiller **COLETO HERRERA Juan Carlos**, de la Escuela Profesional de **Ingeniería de Sistemas e Informática**, en la modalidad de Ciclo Regular; Título de la tesis "**RADIO ENLACE CON TECNOLOGÍA AIRMAX PARA INTERNET DE BANDA ANCHA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PEDRO PABLO ATUSPARIA - VICOS, 2019**".

Después de haber escuchado la sustentación y respuestas a las preguntas formuladas por el jurado se declara APTO para optar el título profesional de Ingeniero de Sistemas e Informática, con el calificativo de **APROBADO POR UNANIMIDAD**, con la nota de Catorce con 50/100 (14,50)

En consecuencia, el sustentante queda en condición de recibir el Título de Ingeniero, Conferido por el Consejo Universitario de la UNASAM, de conformidad con las normas estatutarias y la Ley Universitaria vigente.

Huaraz, 16 de diciembre de 2021



Ing. Rolando Roberto SALAZAR CÁCERES
PRESIDENTE
CIP N° 25976



Ing° Jaime Yliam MINAYA GONZALEZ
SECRETARIO
CIP N° 76963



Ing° Luis Ruperto ALVARADO CÁCERES
VOCAL
CIP N° 116530

DEDICATORIA

*A mi querida Madre Cerila Herrera. y
mi Padre Victor Coletto
por ser el pilar más importante y
por demostrarme su cariño y apoyo incondicional.*

*A mis docentes quienes compartieron su conocimiento y sabiduría
a través de los años de estudio.*

Juan Carlos

AGRADECIMIENTO

Expreso mis agradecimientos a:

A mis padres por su apoyo incondicional durante mi formación académica, este logro es por ellos.

A mi asesor de la tesis Ing° Luis Alvarado Cáceres, por su guía indispensable, sus lineamientos y apoyo continuo en el desarrollo de tesis.

A mi Alma Mater, la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo en cuyas aulas de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática, haber recibido la formación académica y profesional durante el pregrado.

Juan Carlos

RESUMEN

La presente investigación denominada “Radio enlace con tecnología Airmax para internet de banda ancha en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia - Vicos, 2019”, tuvo como objetivo general proponer el radio enlace con tecnología AirMAX para internet de banda ancha en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia de Vicos.

Con respecto a la metodología de investigación se trató de una investigación de tipo aplicada, con un diseño no experimental de corte transversal y un nivel descriptivo; la población estuvo conformada por 47 trabajadores y docentes de la institución educativa Pedro Pablo Atusparia, quienes permitieron realizar una evaluación de la red WLAN actual de dicha institución.

Con respecto a los resultados se observó que la institución educativa antes mencionada no cuenta con un servicio de internet de banda ancha, por lo que se procedió con el diseño de radio enlace que comprende la interconexión entre la Municipalidad Distrital de Marcará y la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia, con el que se garantizaría el adecuado funcionamiento la de red WLAN, permitiendo el acceso de banda ancha. En cuanto a las conclusiones se logró realizar el diseño de radio enlace de internet de banda ancha, el cual fue contrastado mediante la simulación del funcionamiento de la misma mediante el uso del software Airlink y Cisco Packet Trace.

Palabras clave: Radio enlace, internet de banda ancha, servicio.

ABSTRACT

The present investigation called “Radio link with Airmax technology for broadband internet in the Pedro Pablo Atusparia Educational Institution – Vicos, 2019”, had the general objective of proposing the radio link with AirMAX technology for broadband internet at the Pedro Pablo Atusparia Educational Institution in Vicos.

Regarding the research methodology, it was an applied research, with a non-experimental cross-sectional design and a descriptive level; The population was made up of 47 workers and teachers from the Pedro Pablo Atusparia educational institution, who allowed an evaluation of the current WLAN network of said institution.

Regarding the results, it was observed that the aforementioned educational institution does not have a broadband internet service, so it proceeded with the design of a radio link that includes the interconnection between the District Municipality of Marcará and the Pedro Educational Institution. Pablo Atusparia, with whom the proper functioning of the WLAN network would be guaranteed, allowing broadband access. Regarding the conclusions, the design of a broadband internet radio link was carried out, which was contrasted by simulating its operation through the use of Airlink software and Cisco Packet Trace.

Keywords: Radio link, broadband internet

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
CAPÍTULO I.....	13
INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Antecedentes.....	13
1.2. Bases teóricas.....	18
1.2.1. Las tecnologías de información y comunicación.....	18
1.2.2. Redes de internet.....	20
1.2.3. Radio enlace.....	27
1.2.4. Tecnología AirMax.....	29
1.2.5. Dimensiones de la red.....	31
1.2.6. Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia.....	34
1.3. Definición de términos.....	36

1.4.	Justificación	40
1.4.1.	Justificación económica	40
1.4.2.	Justificación social	40
1.4.3.	Justificación operativa.....	41
1.4.4.	Justificación tecnológica	42
1.4.5.	Justificación legal.....	42
1.5.	Planteamiento del problema.....	43
1.5.1.	Realidad problemática.....	43
1.5.2.	Formulación del problema	45
1.6.	Objetivos de la investigación	46
1.6.1.	Objetivo general	46
1.6.2.	Objetivos específicos.....	46
1.7.	Hipótesis	46
CAPÍTULO II.....		48
MATERIALES Y MÉTODOS.....		48
2.1.	Variables	48
2.1.1.	Variable independiente.....	48
2.1.2.	Variable dependiente.....	48
2.2.	Operacionalización de variables	48
2.3.	Definición conceptual	49
2.4.	Definición operacional.....	49
CAPÍTULO III.		51

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	51
3.1. Tipo de estudio.....	51
3.2. El diseño de investigación	51
3.3. Población y muestra.....	52
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	53
3.4.1. Técnicas de recolección de datos	53
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	53
3.4.3. Técnicas de procesamiento de datos	53
3.5. Técnicas de análisis y prueba de hipótesis.....	54
CAPÍTULO IV.....	58
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	58
4.1. Descripción del trabajo de campo en el diagnóstico.....	58
4.1.1. Características de la Institución Educativa.....	58
4.1.2. Estado del servicio de internet	59
4.2. Resultados de la encuesta sobre el nivel de satisfacción de la red actual de datos	61
4.3. Desarrollo de la propuesta	65
4.3.1. Identificación y descripción de los requerimientos.....	65
4.3.2. Identificación de las necesidades de los usuarios.....	67
4.3.3. Diagnóstico de la situación actual.....	68
4.3.4. Arquitectura tecnológica de la solución	70
4.3.5. Diseño de la estructura de la solución.....	75

4.3.6. Diseño de la red interna de la Institución Educativa.....	83
4.3.7. Descripción de la construcción	86
4.3.8. Implementación del software de control de red	88
4.3.9. Pruebas	93
4.3.10. Simulación de la conexión a la red de banda ancha	93
4.3.11. Proceso de administración de la red en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia.....	96
4.4. Discusión de resultados.....	102
CAPÍTULO V.	108
CONCLUSIONES.....	108
CAPÍTULO VI.	109
RECOMENDACIONES	109
CAPÍTULO VII.....	110
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
ANEXOS	113
ANEXO 1: ENCUESTA SOBRE LA RED DE INTERNET EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE JORNADA ESCOLAR COMPLETA PEDRO PABLO ATUSPARIA, VICOS - MARCARÁ, 2019	114
ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA INVESTIGACIÓN	117
ANEXO 3: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	119
ANEXO 4: MATRIZ DE RESULTADOS.....	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables.....	48
Tabla 2: Descripción de las fases para el proyecto.....	55
Tabla 3: De características de la red.....	60
Tabla 4: Baremación de las dimensiones de la red inalámbrica de banda ancha	61
Tabla 5: Baremación de la red inalámbrica de banda ancha	62
Tabla 6: Resultados de las dimensiones de la red inalámbrica de banda ancha.....	62
Tabla 7: Resultados de la valoración de la red inalámbrica de banda ancha.....	64
Tabla 8: Características del servicio de banda ancha	66
Tabla 9: Comparación entre Airmax y WiFi.....	72
Tabla 10: Comparación entre Airmax y GSM.....	73
Tabla 11: Comparación entre Airmax y GPRS	73
Tabla 12: Comparación entre Airmax y Edge.....	74
Tabla 13: Comparación entre Airmax y CDMA2000	74
Tabla 14: Comparación entre Airmax y UMTS	75
Tabla 15: Especificaciones del Rocket 5AC Prism Gen 2 AirMax.....	79
Tabla 16: Especificaciones del Ubiquiti PBE – 5AC – Gen 2	81
Tabla 17: Distribución de las antenas del diseño de red.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fases para el proyecto	54
Figura 2: Ubicación de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia	58
Figura 3: Diseño de red actual de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia	61
Figura 4: Calificación de los servicios de la red inalámbrica de banda ancha	62
Figura 5: Calificación de la implementación de la red inalámbrica de banda ancha	63
Figura 6: Calificación de la capacitación de la red inalámbrica de banda ancha	63
Figura 7: Calificación del funcionamiento de la red inalámbrica de banda ancha.....	64
Figura 8: Calificación de la red inalámbrica de banda ancha.....	65
Figura 9: Diseño de la estructura de la red de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia	77
Figura 10: Geografía sobre la cual se desarrollará el diseño de la red de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia	77
Figura 11: Simulación del diseño de la red de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia con los equipos AirMax.....	78
Figura 12: Rocket 5AC Prism Gen 2AirMax	79
Figura 13: Ubiquiti PBE-5AC-Gen2	81
Figura 14: Diseño de la red interna de la institución educativa.....	83
Figura 15: Mikrotik RB750	84
Figura 16: Interface del airOS de los equipos Rocket.....	89
Figura 17: Configuración de IP de los equipos Rocket.....	90
Figura 18: Configuración de IP de los equipos Rocket.....	90
Figura 19: Interfaz de ingreso de Mikrotik OS.....	91
Figura 20: Menú principal de Mikrotik OS	92

Figura 21: Conectividad entre la antena transmisora y antena repetidora.....	94
Figura 22: Propiedades de la conexión entre la antena transmisora y antena repetidora	94
Figura 23: Conectividad entre la repetidora y la antena receptora	95
Figura 24: Propiedades de la conexión entre la repetidora y la antena receptora	95
Figura 25: Asignaciones de IP.....	97
Figura 26: Configuración de las interfaces.....	98
Figura 27: Configuración de DNS.....	98
Figura 28: Configuración del servidor DHCP.....	99
Figura 29: Configuración del firewall	100
Figura 30: Configuración de bloqueo.....	101
Figura 31: Bloqueo de páginas pornográficas	101

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de la investigación se tuvieron en consideración los siguientes antecedentes:

1.1. Antecedentes

Antecedentes internacionales

En la tesis de Castillo (2008) titulada “*Diseño de una Red Inalámbrica de Banda Ancha para un Entorno Rural*” se tuvo como objetivo diseñar un red de banda ancha inalámbrica que interconecte distintas ubicaciones de un entorno específicamente en municipio de Álora, el tipo de investigación fue cuantitativa, aplicada y descriptiva; al realizar una investigación de tipo aplicativo su población fueron los documentos sobre redes inalámbricas y otros que sirven para determinar el diseño a implementar en el municipio de Álora, entre sus conclusiones el autor afirma que se ha visitado y examinado el término municipal sobre el que se requería desplegar la red, identificando lugares propicios para la instalación de los equipos inalámbricos e identificando las características topográficas, se emplearon las herramientas software Radio Mobile y Google Earth a su vez se ha procedido a realizar los perfiles del terreno y a calcular los niveles de señal esperados. En base a esto se ha diseñado la red, eligiendo el equipamiento adecuado que se ajustaba a los requerimientos.

Cortes (2014) en su tesis denominada “*Diseño, instalación y gestión de radioenlaces para la empresa Towering. SAS*” se planteó como objetivo diseñar, instalar y realizar la gestión de radioenlaces para la empresa TOWERING.SAS en Nariño y Cauca, esta tesis fue de tipo cuantitativa, descriptiva y aplicada debido a que se desarrolló una red basada en radioenlaces, la cual fue evaluada de acuerdo a una escala valorativa aplicada en la

empresa. En cuanto a su población y muestra ambas estuvieron conformadas por 12 trabajadores quienes ejercen sus funciones en las instalaciones de la empresa TOWERING SAS, a partir de los datos recolectados el investigador concluye que la instalación de radioenlaces facilita el conocimiento práctico de las telecomunicaciones, brindando mayores conocimientos y fortaleciendo la parte teórica de estos sistemas; a su vez existen riesgos en el trabajo de instalación y mantenimiento de equipos de radioenlaces, debido a que es un trabajo denominado de alto riesgo y los empleados deben contar con la suficiente capacitación y que el diseño, la instalación, la gestión y el mantenimiento de radioenlaces, hacen que los trabajadores fortalezcan sus conocimientos tecnológicos sobre este tema diariamente, con el apoyo continuo del personal experimentado de cada una de las áreas.

Cevallos (2016) en su investigación de título “*Estudio de factibilidad de un sistema de radioenlaces para interconectar varias filiales de la empresa Negobian S.A.*” tuvo como objetivo realizar un estudio de factibilidad de un sistema de radio enlaces que me permitan interconectar las diferentes filiales de la empresa Negobian S.A, el tipo de investigación fue descriptiva debido a que detalla de modo sistemático las características de una población, situación o área de interés. En cuanto a su población a todos los colaboradores de las diferentes áreas que trabajan tanto, en la oficina principal de la empresa Negobian S.A y se tomó como muestra a 26 de estos trabajadores, tratándose de una muestra censal; con respecto a las conclusiones se realizaron los estudios pertinentes de los 3 radioenlaces y con los datos obtenidos del levantamiento de información realizado con anterioridad, se determinaron los requisitos (altura de los mástiles, ganancia de las antenas, potencia de los radios, frecuencia, etc.) de cada radioenlace, se determinó la factibilidad de los radioenlaces obteniendo un ancho de banda de 40 Mbps aproximadamente para cada enlace, y que de aprobarse la implementación del proyecto, se mejorarán los

inconvenientes ya que se podrá tener control remoto desde la oficina principal hacia los 3 campamentos.

Antecedentes nacionales

En la tesis de Fernández y Sánchez (2014) denominada “*Servicio de internet mediante Fibra Óptica y Radio Enlace en la Institución Educativa Túpac Amaru del Distrito de Palca - Huancavelica*” se tuvo como objetivo general Determinar la mejora del servicio de Internet en la institución educativa Túpac Amaru del distrito de Palea, el tipo de investigación fue aplicada con un nivel de investigación explicativo debido a que se explicó la influencia del ancho de banda sobre la ganancia de la antena de recepción. Se tuvo como población al universo de datos de la velocidad de recepción de uno de los equipos instalados en la I.E. Túpac Amaru y una muestra de 48 lecturas de datos sobre la velocidad de recepción del servicio de internet en uno de los equipos instalado, como conclusiones los autores señalan que existe una mejora del más del 100% en la velocidad del servicio de internet a comparación del sistema satelital que anteriormente contaba la institución; en una primera medición desde las 8 a 9a.m. Con el sistema de internet mediante radio enlaces se tiene una velocidad de 130 Kbps, mientras que con el sistema satelital que contaban anteriormente solo tenían una velocidad del 14 Kbps, lo cual demuestra la mejoría del sistema implementado. El servicio de Internet mediante fibra óptica y enlaces de radio nos permite contar con un servicio de Internet a línea dedicada 100% tanto de subida como de bajada, garantizando al usuario un ancho de banda acorde a sus necesidades y una velocidad bastante aceptable.

Tume (2015) en su tesis titulada “*Diseño para la implementación de radio enlaces en la Municipalidad Provincial de Sechura; 2015*” planteo como objetivo realizar el diseño para la implementación de radio enlaces en la Municipalidad Provincial de Sechura, 2015;

para minimizar el tiempo de envío e intercambio de información entre sus dependencias. El diseño de la investigación fue de tipo no experimental, descriptivo y de corte transversal. Se contó con una población muestral de 50 trabajadores, determinándose que: el 54 % de los encuestados manifestaron que sí es importante utilizar diferentes medios de comunicación, por lo que se concluye que la implementación de nuevas TIC son indispensables para optimizar los procesos de toda entidad, dando como resultado eficacia a los procesos administrativos, donde se integrarán todas las dependencias; además el 98 % de los encuestados manifestaron que sí es necesario una infraestructura tecnológica adecuada para el desarrollo de sus actividades, por lo que se puede concluir que toda entidad busca el bienestar y conformidad de sus empleadores para la realización de sus funciones asignadas; la comunicación por radio enlaces nos permitirá una comunicación estable y confiable con todas las dependencias de la entidad. Estos resultados permiten afirmar que las hipótesis formuladas quedan aceptadas; de esta manera se demuestra la importancia de utilizar radio enlaces, por tanto, la investigación concluye que, resulta beneficioso el diseño para la implementación de radio enlaces en la Municipalidad Provincial de Sechura.

Farfán (2018) en su investigación de título “*Propuesta de implementación de una Red Radioenlace y Administración con equipos MIKROTIK en la Empresa Innovación y Ecología Aplicada S.A.C. - Piura; 2018*” se planteó como objetivo realizar la propuesta de implementación de una red radioenlace y administración con equipos Mikrotik en la empresa Innovación y Ecología Aplicada S.A.C, el tipo de investigación cuantitativa, nivel descriptivo, diseño no experimental y de corte transversal. Se contó con una muestra 23 trabajadores, agrupados en 3 dimensiones, de las cuales la dimensión 01 se determinó que 64% de los trabajadores encuestados indicaron no estar satisfechos con respecto al funcionamiento de la red actual, mientras que el 36% indican que SI, así mismo en la

dimensión 02 se determinó que el 60% de las personas encuestadas no cuentan con el conocimiento en las tecnologías inalámbricas como de sus estándares de comunicación, mientras que el 40% indicó que SI, mientras que en la dimensión 03 se determinó que el 71% de las personas encuestadas manifiestan que SI están satisfechos con la implementación de una red radioenlace y un red de datos para la empresa. Estos resultados obtenidos permiten afirmar que la hipótesis planteada queda aceptada, por lo tanto, la investigación concluye que beneficiosa y de vital importancia la propuesta de implementación de una red radioenlace y administración con equipos Mikrotik en la empresa Innovación y Ecología Aplicada S.A.C, 2018.

Antecedentes locales

En la tesis de Cruzado (2017) denominada “*Propuesta de una nueva alternativa para el servicio de internet, mediante una red de datos con radio enlaces para los centros educativos rurales, gestionada por la Municipalidad del Distrito de Independencia - Huaraz, 2017*” se planteó como objetivo proponer una nueva alternativa para el servicio de internet, mediante una red de datos con radio enlaces a los Centros Educativos Rurales, gestionada por la Municipalidad del distrito de Independencia – Huaraz, se utilizó el método no experimental y transversal, con diseño descriptivo. La muestra estuvo conformada por 104 Profesores de los Centros Educativos Rurales del distrito de Independencia que equivale al 100.00% de la población, determinándose que la totalidad de los docentes encuestados están de acuerdo con la propuesta de una red de datos por medio de radio enlaces, para brindar el servicio de internet; por lo tanto se puede concluir que la propuesta de una nueva alternativa para el servicio de internet, mediante una red de datos con radio enlace, gestionada por la Municipalidad del distrito de Independencia – Huaraz, es beneficioso para los Centros Educativos Rurales.

Ríos (2018) en su investigación de título “*Implementación de una red de datos con cableado estructurado para la Empresa Servicios Generales Mecánicos Unidos S.R.L. - Huarmey; 2018*” tuvo como objetivo general realizar la implementación de una red de comunicación con cableado estructurado para mejorar la transportabilidad de la información y optimizar el uso de recursos informáticos en la empresa Servicios Generales Mecánicos Unidos S.R.L. – Huarmey, la presente investigación fue desarrollada con un diseño no experimental, de tipo cuantitativa, descriptivo y de corte transversal. La población es de 33 personas y se tomó una muestra de 22 personas, por conveniencia no probabilística; así mismo se aplicó encuestas utilizando el cuestionario como instrumento para la recolección de datos, obteniéndose como resultados: el 95% no están satisfecho con el funcionamiento de la red de datos actual, y el 100% ven una necesidad urgente de implementar una red de datos con cableado estructurado utilizando una metodología adecuada.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Las tecnologías de información y comunicación

Según López y Saladrigas (2016) las Tecnologías de la Información han sido conceptualizadas como la integración y convergencia de la computación, microelectrónica, las telecomunicaciones y las técnicas para el procesamiento de datos. Las tecnologías de información y comunicación nacieron a partir de los avances tecnológicos y científicos los cuales despliegan la informática y las telecomunicaciones, es decir, son las que permiten la comunicación a través de información, bien sea presentada en símbolos, textos, imágenes, sonidos, etc.

Actualmente las TIC tienen gran importancia, debido a que representan al núcleo central, o sea como el cerebro de las transformaciones multidimensionales que sufren

las economías y las sociedades, de esto lo fundamental viene siendo el estudio y el dominio de las influencias que tal transformaciones imponen a los seres humanos como ente principal, es decir, como ente social, ya que este mismo tiende a modificar no solamente sus hábitos y su conducta, sino que también la forma de pensar, trabajar y educarse.

Sánchez (2008) menciona que la era actual se caracteriza principalmente por la digitación de las tecnologías de registros (informática, de las comunicaciones, telemática y de las interfaces), para lograr identificar el cambio que representan las TIC es más factible comparar la situación que se vive los contextos rurales con los que se viven en la zona urbana, debido a que en los primeros aún imperan esos medios tradicionales de comunicación y que se van incorporando de manera progresiva las TIC, sobre todo la Internet. La TIC no siempre es relevante, deben ser objeto de valoración, reflexión, realimentación y mejoramiento, todo lo cual se deriva de la evaluación periódica.

Los principales componentes de las TIC son: el factor humano, los contenidos de la información, la infraestructura material, el software y los mecanismos de intercambio electrónico de información, entre otros.

Pérez (2012) describe una serie de funciones, las cuales podemos agrupar en básicamente tres funciones:

- Obtener más información en mucho menos tiempo, e incluso obtener información que no será posible obtener de otra manera.
- Procesar esa información de una manera más creativa, completa, rápida y confiable.
- Comunicarnos con más personas más efectivas y eficientemente.

En términos generales, las ventajas son enormes, entre los cuales podemos mencionar a nivel político que el correcto uso de las TIC puede ayudar a reducir la natural asimetría de la información entre gobernadores y gobernados, logrando una mayor transparencia y rendición de cuentas en los procesos políticos, contribuyendo en la lucha contra la corrupción y la mala gestión, propiciando procesos electorales con mayores garantías y fomentando la promoción de los valores cívicos y democráticos. Análogamente, en el ámbito del desarrollo económico, las TIC pueden propiciar información relevante y en tiempo real sobre los mercados, facilitar la coordinación entre las entidades productivas, e incluso estimular la demanda de productos a través de mensajes a los consumidores.

1.2.2. Redes de internet

Las redes se definen como el conjunto de dispositivos que están conectados entre sí por algún medio que puede cableada o no mediante ondas electromagnéticas (Stallings, 2004). El objetivo principal de las redes es el de compartir recursos e información entre diferentes dispositivos, y tener flexibilidad para así optimizar tareas o procesos que los usuarios realizan; las redes evolucionan para obtener mayor movilidad y/o rendimiento de las tareas.

Por otro lado, Internet es un conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas que utilizan la familia de protocolos denominados TCP/IP, los cuales garantizan que las redes físicas heterogéneas que la componen funcionen de manera uniforme y estandarizada a nivel mundial. El origen de internet se remonta a 1969, cuando se estableció la primera conexión de computadoras, conocida como ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network) o Red de la Agencia para los Proyectos de Investigación Avanzada de los Estados Unidos.

Uno de los servicios que más éxito ha tenido en Internet ha sido la World Wide Web (WWW, o "la Web"), hasta tal punto que es habitual la confusión entre ambos términos. La WWW es un conjunto de protocolos que permite, de forma sencilla, la consulta remota de archivos de hipertexto. Ésta fue un desarrollo posterior (1990) y utiliza Internet como medio de transmisión.

Actualmente existen, muchos otros servicios y protocolos en Internet, aparte de la Web tales como: el envío de correo electrónico (SMTP), la transmisión de archivos (FTP y P2P), las conversaciones en línea (IRC), la mensajería instantánea y presencia, la transmisión de contenido y comunicación multimedia telefonía (VoiP), televisión (IPTV), los boletines electrónicos (NNTP), el acceso remoto a otros dispositivos (SSH y T elnet) o los juegos en línea.

Redes de comunicación

La red de comunicación de datos es de suma importancia para todas las empresas cuyo éxito depende del buen manejo de la información que generan, suministra comunicación continua con alto grado de eficiencia permitiendo la conexión inmediata de voz y datos.

Herrera (2010) menciona que el principal objetivo de una red es interconectar los diferentes terminales de datos para que compartan recursos, intercambien datos; otros objetivos de las redes es proporcionar confiabilidad durante paso de datos y por último conseguir la máxima economía.

Tipos de redes

En la actualidad existen una gran variedad de redes, debido a la diversidad de protocolos que ellas utilizan. Según Stallings (2004) las redes de acuerdo a la cobertura geográfica pueden ser clasificadas en:

a) LAN (Local Area Network) Redes de area local

Es un sistema de comunicación entre computadoras que permite compartir información, con la característica de que la distancia entre las computadoras debe ser pequeña. Estas redes son usadas para la interconexión de computadores personales y estaciones de trabajo. Se caracterizan por: tamaño restringido, tecnología de transmisión (por lo general broadcast), alta velocidad y topología. Son redes con velocidades entre 10,1000, 10000 Mbps. tiene baja latencia y baja tasa de errores. Cuando se utiliza un medio compartido es necesario un mecanismo de arbitraje para resolver conflictos.

b) MAN (Metropolitan Área Network) Redes de área metropolitana

Es una versión de mayor tamaño de la red local. Puede ser pública o privada. Una MAN puede soportar tanto voz como datos. La razón principal para distinguirla de otro tipo de redes, es que para las MAN se ha adoptado un estándar llamado DQDB (Distributed Queue Dual Bus) o IEEE 802.6. Utiliza medios de difusión al igual que las Redes de Área Local

c) WAN (Wide Área Network) Redes de amplia cobertura

Son redes que cubren una amplia región geográfica, a menudo un país o un continente. Este tipo de redes contiene máquinas que ejecutan programas de usuario llamadas hosts o sistemas finales (End system). En la mayoría de las redes de amplia cobertura se pueden distinguir dos componentes: Las líneas de transmisión y los elementos de intercambio (conmutación). Las líneas de

transmisión se conocen como circuitos, canales o troncales. Los elementos de intercambio son computadoras especializadas utilizadas para conectar dos o más líneas de transmisión.

Redes inalámbricas

Las redes inalámbricas son un conjunto de equipos de cómputo interconectados por medio de ondas de radio o infrarrojo, además se piensa inmediatamente en la ausencia de cables, dado que esta es una característica fundamental de las redes inalámbricas.

Una red inalámbrica puede ser una red híbrida, dependiendo de si se estudia a un segmento de red o a la totalidad de la misma. Las redes inalámbricas son aquellas que se comunican por un medio de transmisión no guiado (sin cables) mediante ondas electromagnéticas, dado que la transmisión y recepción se realizan a través de antenas.

Las redes inalámbricas no vienen a reemplazar a las redes cableadas, sino que se convierten en una tecnología para resolver problemas de movilidad y accesibilidad de las estaciones. Debido que las redes cableadas ofrecen velocidades de transmisión mayores que las logradas con la tecnología inalámbrica. Mientras que las redes inalámbricas actuales ofrecen velocidades ideales de 300 Mbps. las redes cableadas ofrecen velocidades desde 100 Mbps hasta 10 Gbps.

Tecnologías de redes inalámbricas

Tanenbaum y Wetherall (2012) menciona que las redes inalámbricas se clasifican en:

- a) **WiFi: (wireless- fidelity)**

Es una tecnología de comunicación inalámbrica usada para ingresar a internet entre otras cosas, que se propagan mediante ondas a distancias de 100 y 150 metros del modem y se representa mediante el estándar IEEE 802.11.

b) WiMax

Es una tecnología que aún se encuentra en desarrollo donde su principal objetivo es cubrir grandes distancias teóricamente hasta 50km con transmisiones hasta de 70Mbit/s en sectores donde no haya internet ofreciendo servicio de banda ancha. Conocido como IEEE 802.16a. Existen también para esta tecnología los estándares IEEE 802.16d (Se define para sistemas inalámbricos fijos) se determina como backbone de las redes WiFi y IEEE802.16e (acceso a móviles).

Redes WLAN

Este tipo de redes corresponden a las siglas Wireless Local Area Network, las cuales se traducen como Redes de Área Local Inalámbrica o LAN Inalámbrica, las cuales poseen las mismas características de las redes LAN pero que a su vez transmiten y reciben datos utilizando ondas electromagnéticas en un área de cobertura limitada. Las redes WLAN se encuentran descritas dentro del estándar de la IEE como redes locales inalámbricas. Este tipo de redes destacan frente a las redes alámbricas tradicionales por su facilidad en movilidad, instalación y flexibilidad (Salazar, 2017).

Estas redes no necesitan un medio físico guiado, sino que utilizan ondas de radio (o infrarrojos) para llevar la información de un punto a otro. Las ondas de radio son aquellas ondas sobre las que va la información hacia un receptor remoto. Los datos a transmitir se superponen a la portadora de radio y de este modo pueden ser extraídos exactamente en el receptor final. A este proceso se le llama modulación de la

portadora. Si las ondas son transmitidas a distintas frecuencias de radio, varias portadoras pueden existir en igual tiempo y espacio sin interferir entre ellas. Para extraer los datos, el receptor se sitúa en una determinada frecuencia, frecuencia portadora, ignorando el resto. Para acceder a la red, los equipos denominados estaciones deben de tener adaptadores inalámbricos (Carballar, 2010).

En una configuración típica, las redes WLAN se conectan a las LAN cableadas en un punto determinado. A este punto se le denomina punto de acceso, y es el encargado de recibir la información de la LAN cableada, transmitirla a la WLAN y viceversa. El punto de acceso consta de una antena que transmite y recibe las correspondientes ondas de radio. Es el que dota de cobertura a nuestra WLAN. Un único punto de acceso puede soportar varios usuarios.

De acuerdo a Salazar (2017) las diferencias entre las redes LAN y WLAN son:

Aspecto	LAN	WLAN
Velocidad de transmisión	100 – 1000 Mbps	12 – 54 Mbps
Costes de instalación	Alto	Bajo
Movilidad	No	Sí
Flexibilidad	Baja	Muy alta
Escalabilidad	Muy alta	Alta
Seguridad	Alta	Media
Demanda	Muy alta	Alta
Configuración e instalación	Compleja	Fácil
Presencia en empresas	Alta	Media
Coste de expansión	Alto	Bajo
Licencia	No	No regulado

Fuente: Salazar, 2017

Estándar 802.11.

Basado en características de las dos capas más bajas del modelo OSI (capa física, enlace de datos) debido a que estas capas son las que hace la diferencia con las redes cableadas, ya que éstas definen el acceso al medio y detalles de transmisión y recepción en la red inalámbrica. Este estándar tiene una principal característica que se basa en el uso del espectro radioeléctrico usando frecuencias sin necesidad del uso de licencias, se sitúa en las bandas ISM de 2,4 GHz y 5,8GHz ofreciendo la ventaja de bajo costo de operación. Este estándar compone una gran familia de estándares 802.11 que se citan a continuación:

a) IEEE 802.11a.

Este estándar trabaja con redes inalámbricas en la banda 5GHz con transmisión hasta de 54Mbps con modulación QAM y codificación OFDM. Sus equipos solo ofrecen óptimo servicio siempre y cuando tengan línea de vista lo que requiere más puntos de acceso.

b) IEEE 802.11b.

Estándar conocido como Wi-Fi es el más importante de toda la familia 802.11 trabaja en la banda de 2.4GHz con una tasa de transmisión de hasta 11Mbps con modulación DSSS. Se caracteriza por que los equipos que trabajan en base a este estándar funcionan en largas distancias sin que sus ondas sean fácilmente absorbidas. Soporta solo hasta 32 usuarios por Access Point (Punto de Acceso).

- IEEE 802.11g. Su tasa de transmisión aumenta a 54Mbps en la banda de 2.4GHz, es compatible con los dispositivos de los estándares 802.11b emplea ambas modulaciones de los anteriores estándares.

- IEEE 802.11h Su objetivo es cumplir los reglamentos de las redes WLAN, trabajo bajo la banda de 5GHz. Sus productos deben tener control de potencia de transmisión y selección dinámica de frecuencia.

1.2.3. Radio enlace

Se denomina radio enlace a cualquier interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas, los enlaces de larga distancia (también conocido como enlace remoto) es una conexión que usa tecnología inalámbrica (puntos de acceso, ruteadores y computadoras, entre otros) para enlazar equipos que se encuentran distantes.

La separación de estos puntos por unir puede ir desde los cientos de metros hasta kilómetros. Por ejemplo, un enlace nos permitirá conectar una red LAN de nuestra oficina con otro edificio o lugar de la ciudad o área geográfica. Si los equipos que se van a vincular son fijos, entonces el servicio se denomina enlace remoto fijo.

Ahora, si algún equipo es móvil (nos referimos a que el dispositivo posee la capacidad de moverse dentro de un determinado rango o área de cobertura), entonces el servicio se conoce como enlace remoto móvil. Los radioenlaces establecen un concepto de comunicación del tipo dúplex. Para aclarar este último término, digamos que la palabra dúplex es utilizada para definir a un sistema que puede mantener una comunicación bidireccional. O sea, que el sistema dúplex enviará y recibirá mensajes de forma simultánea.

De modo informativo, vamos a definir las tres categorías de comunicaciones o sistemas según la capacidad de transmitir de forma total o parcial en modo dúplex.

a) Dúplex (Full duplex)

Casi todos los sistemas modernos de comunicaciones funcionan en modo dúplex. De esta manera permiten tener canales de envío y recepción simultáneos.

b) Semidúplex (Half duplex)

Existen sistemas que pueden transmitir en los dos sentidos, pero no lo hacen de forma simultánea. Así, puede ocurrir que, en una comunicación con equipos de radio, uno no pueda hablar (transmitir un mensaje) si la otra persona está también hablando (transmitiendo). Esto es debido a que su equipo está recibiendo (en modo escucha) un mensaje en ese momento.

Tipos de enlace inalámbrico

Huidobro y Luque (2011) clasifican a los enlaces inalámbricos como:

a) Enlace punto a punto

Las redes punto a punto son aquellas que responden a un tipo de arquitectura de red en las que cada canal de datos se usa para comunicar únicamente dos nodos. En una red punto a punto, los dispositivos en la red actúan como socios iguales o pares entre sí. Los enlaces que interconectan los nodos de una red punto a punto se pueden clasificar en tres tipos según el sentido de las comunicaciones que transportan: Simplex, Half – Duplex y Full - Duplex.

Los enlaces punto a punto pueden conseguir un mayor alcance utilizando antenas de grilla o plato tanto en el receptor como en el transmisor; permitiendo expandir a una red de forma fácil y rápida. La velocidad de transferencia conseguida con estos tipos de enlaces tiene promedio 10 Mbytes, sin ninguna dificultad.

b) Enlaces punto-multipunto

El enlace punto a multipunto es la versión del punto a punto para la conexión rápida y fiable de más de dos instalaciones. Para reducir costes, este sistema consta de una instalación central dotada de una antena multidireccional, a la que apuntan las antenas direccionales del resto de centros.

Esto nos da una capacidad igual a la del punto a punto, pero extensible hasta a 16 centros. Algunas de las aplicaciones de este tipo de redes nos permiten: Mantener una constante comunicación con los diferentes nodos de conexión, implementar redes de voz sobre IP, permitiéndome reducir costos de llamadas entre sucursales, venta de acceso a Internet y el monitoreo a través de cámara de vigilancia.

c) Conexión de rejilla o malla

La siguiente configuración es una consecuencia de dos anteriores usada especialmente en redes inalámbricas privadas. Es una configuración conocida como rejilla o malla en donde cada punto o nodo puede transmitir a cualquier otro que esté disponible o accesible. Esta configuración es muy flexible ya que permite un nodo transmitir a otra vía cualquier otro nodo.

1.2.4. Tecnología AirMax

El protocolo AirMax con TDMA es el desarrollado por una conocida marca comercial denominada Ubitiqui, es un protocolo propietario de transmisión de datos, basado en TDMA y MIMO, derivado del estándar 802.11, que utiliza las ondas de radio en las frecuencias de 900 MHz, 2,4 GHz, 3 GHz y 5,8 GHz. Pudiendo proporcionar velocidades reales de TCP/IP para exteriores de hasta 150 Mbps en distancias de 50 kilómetros como máximo, el protocolo AirMax fue diseñado teniendo en cuenta la velocidad y la escalabilidad.

Tradicionalmente, las soluciones más económicas de radio de banda ancha para exteriores sin licencia se han basado en el estándar 802.11 (o Wi-Fi). Si bien estas soluciones ofrecen buenos resultados en implementaciones de pequeña escala, pierden calidad de rendimiento de manera exponencial a medida que se agregan más clientes y causan colisiones y retransmisiones.

Esta tecnología soluciona estos problemas a través del uso de un protocolo de hardware TDMA acelerado, que consiste en un coordinador de sondeo inteligente y detección nativa de paquetes Voip.

Una red implementada con este protocolo puede escalar hasta más de 300 clientes por estación base y a la vez mantiene baja latencia, alto rendimiento y calidad de Voip sin interrupciones.

Mantenimiento de redes con AirMax

Cuando se termina de instalar una red, si se ha hecho respetando las normas establecidas, el mantenimiento debe de ser prácticamente nulo, pero en aun así es necesario realizar una serie de operaciones para evitar averías más importantes. El mantenimiento que se deberá realizar será de dos tipos

- **Mantenimiento preventivo:** consiste en una serie de tareas que se realizan de forma periódica con el objetivo de que la red mantenga sus valores determinados de su instalación y puesta en marcha. Algunas de ellas pueden ser controlar las temperaturas de los dispositivos, revisar la orientación de las antenas, comprobar los cableados, realizar backup
- **Mantenimiento correctivo:** el personal responsable del mantenimiento deberá realizar la reparación de las averías no previstas y dar una solución en el menor tiempo posible para que la red pueda seguir con su funcionamiento normal.

Tal y como se señala en Mantenimiento de una red inalámbrica, es muy importante recordar que una red adecuadamente implantada y mantenida puede generar gran satisfacción a sus usuarios, incrementar la productividad y reducir costes, así como requerir un mantenimiento bajo.

Por contra, si no se le da la importancia que requiere, la misma red sufrirá de continuas incidencias, generará malestar en los usuarios y se acabará abandonando o utilizando como una curiosidad ocasional.

1.2.5. Dimensiones de la red

De acuerdo al Programa Nacional de Telecomunicaciones (PRONATEL) se estableció el Proyecto de Instalación de Banda Ancha en las regiones de Ancash, Arequipa, Huánuco, La Libertad, Pasco y San Martín, en la cual se establecieron una serie de requisitos para garantizar el acceso de banda ancha, y por lo cual serán empleados para la medición de la propuesta mediante las siguientes dimensiones:

Servicios: Un Servicio de Red es un medio por el que dos sistemas dispares se comunican. La arquitectura es fundamentalmente una arquitectura cliente-servidor que expone las operaciones que el cliente puede consumir. Algunos servicios proveen un WSDL que permite al cliente configurar de forma automática para conectar con el servicio. Actualmente, existe una tendencia hacia los servicios de red basados en REST, que proporcionan un método de comunicación más simple e interoperable.

El camino virtual se usa internamente a la red, aunque también es visible para el usuario final. Así, el usuario puede definir grupos de usuarios fijos o redes fijas de haces de canales virtuales.

Stallings (2004) menciona que los servicios proporcionados por la red deben de encaminarse a cumplir una serie de requerimientos y especificaciones realizadas por

los usuarios y que estos deben de encontrarse disponibles y accesibles para los usuarios siempre que estos los requieran.

Implementación: En la implementación de la red encontramos muchas opciones para poder escoger que son el nivel WAN e interconexión a PBX. Si opta por Frame Relay o ATM, defina dentro de la ingeniería DLCI's, VPI's, VCI's, si desea implementarla sobre redes Metro y MPLS puros defina las VPN's a implementar y las VLAN, VRF's. (Jara, Quintero, y Alejandro, 2014).

El proceso de implementación debe de realizarse en base al diseño de red, logrando orquestar de manera adecuada los diversos componentes que forman parte de ello, a su vez es necesario considerar información pertinente al funcionamiento y a la resolución de problemas de manera documental.

Capacitación: Es necesario que se cuenta con una serie de capacitaciones para desarrollar acciones formativas que contribuyeran a mejorar las competencias de las personas servidoras públicas en cuanto a la administración y uso de redes y de recursos tecnológicos, por ello es necesario que el personal participe del proceso de capacitación y que comprenda de manera general (no especializada) como funciona la red y como debe de emplear este recurso para mejorar su productividad.

Funcionamiento: Una red es un conjunto de ordenadores, computadoras o dispositivos interconectados que permite intercambiar información y recursos de uno a otro, tales como impresoras, discos duros, etc. Las redes Wifi que todos conocemos son redes informáticas, pero sin cables. Pueden ser por cable de par trenzado, UTP, fibra óptica, comunicación inalámbrica u otros medios, en cualquier caso, los componentes que encontramos para que se pueda crear una red informática son los siguientes:

- Emisor: crea una señal o petición desde el ordenador.
- Codificador: codifica la señal para que se transmita a través del cable. Puede ser una tarjeta de red, que viene incorporada en los ordenadores, y se ocupa de convertir la petición enviada en un formato (bits) que se pueda transmitir. Para esto, se utiliza un protocolo, como el TCP/IP. Además, las tarjetas de red tienen una dirección MAC(Media Access Control), que les permite identificarse claramente, para que la información llegue al receptor adecuado.
- Línea: en las redes alámbricas los medios de transmisión serán los cables de red, mientras que en las inalámbricas las ondas de radiofrecuencia o los infrarrojos. Conducen la información recibida a la dirección del dispositivo que se ha indicado a través de la interfaz.
- Decodificador: el dispositivo con el que se va a compartir la información o los recursos también dispone de su propio sistema para convertir las señales eléctricas en datos que pueda procesar el ordenador. Son los adaptadores de red, o PCI. Estos vienen integrados en la placa madre y pueden funcionar a distintas velocidades.
- Receptor: es el dispositivo que recibe la señal que ha transmitido el emisor convertida en datos procesables por el ordenador.
- Aunque estos son los elementos básicos, muchas redes no conectan directamente los equipos informáticos entre sí, sino que se conectan a un router, un switch o un puente de red, que son los que reciben y envían las señales a sus respectivos receptores.

Para que una red pueda seguir en funcionamiento requiere de una adecuada administración y mantenimiento, motivo por el cual se requiere que el personal

encargado de administrar las redes se encuentre plenamente capacitado, pudiendo así atender las quejas y problemas reportados por los usuarios.

1.2.6. Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia

La institución educativa Pedro Pablo Atusparia se encuentra ubicada en el centro poblado de Vicos, distrito de Marcará, provincia de Carhuaz; el nivel educativo de esta institución educativa es el de secundaria y cuenta con una población estudiantil de 277 estudiantes según la Estadística de la calidad educativa (ESCALE, 2018).

Jornada escolar completa

La Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia es una institución educativa de Jornada Escolar Completa (JEC), este tipo de instituciones educativas se encuentran bajo este modelo en pro de mejorar la calidad educativa ampliando las oportunidades de aprendizaje de los (as) estudiantes de instituciones educativas públicas de Secundaria.

La propuesta del modelo de Jornada Escolar Completa comenzó en marzo del 2015 en 1,000 escuelas públicas de todas las regiones, y posteriormente se van implementando de forma progresiva para lograr la cobertura total hacia el 2021.

El objetivo principal de este modelo es el de *“mejorar la calidad del servicio educativo en la educación secundaria ampliando las oportunidades de aprendizaje de los y las estudiantes de instituciones educativas públicas del nivel secundario, promoviendo el cierre de brechas y la equidad educativa en el país”* (JEC PERU EDUCA, 2015, p. 4).

En este modelo educativo se incrementa 10 horas pedagógicas semanales, beneficiando a los estudiantes con más tiempo en áreas como Matemática, Ingles,

Educación para el Trabajo, entre otras. Este modelo de atención, además, contempla brindar acompañamiento al estudiante a través de un sistema tutorial y reforzamiento pedagógico (JEC PERU EDUCU, 2015).

Los componentes del modelo de Jornada escolar completa son:

a) Componente pedagógico

Este componente comprende el acompañamiento pedagógico, la tutoría y reforzamiento pedagógico a los alumnos de la institución educativa; para ello se han planteado distintas metodologías alternativas que integran el uso y aplicación de las TIC (equipos de uso educativo, softwares y licencias de programas educativos, acceso a plataformas y conectividad a internet) (JEC PERU EDUCU, 2015).

En este componente es importante mencionar que la tecnología y el docente funcionan en forma integrada y con roles específicos. Sesiones “uno a uno” de interacción estudiante-computador/software y sesiones de aula guiadas por el docente en lectura y escritura.

b) Componente de gestión

Este componente comprende la organización y el funcionamiento de la institución educativa, la cual debe de tener como objetivo principal el de generar condiciones óptimas que conduzcan al logro de aprendizajes y a la calidad del servicio educativo (MINEDU, 2014).

Este componente se desagrega en procesos y elementos; los procesos son el ámbito clave de la gestión y son definidas como el conjunto de actividades o tareas, relacionadas entre sí, que administran, para la obtención de resultados esperados (MINEDU, 2014).

c) **Componente de soporte**

Comprende el fortalecimiento de las capacidades del equipo directivo, de los docentes y del personal de apoyo pedagógico mediante cursos, talleres y capacitaciones virtuales, así como también del acompañamiento permanente al docente en la elaboración de unidades pedagógicas y sesiones de aprendizaje por medio de plataformas virtuales que brindan el soporte necesario.

1.3. Definición de términos

- **ATM:** Asynchronous Transfer Mode o Modo de transferencia asíncrona es una tecnología que permite generar redes de alta capacidad y respuesta para permitir el tráfico de grandes cantidades de información.
- **Autenticación:** Son aquellos mecanismos establecidos en el diseño de la red para poder identificar a los usuarios que tienen el permiso para acceder a sus recursos, asegurando la integridad, confidencialidad y autenticidad de los datos (Marín, Zapata, y Gómez, 2007).
- **Capa de acceso:** La capa de acceso es el punto de entrada para las estaciones de trabajo y los servidores de usuario a la red. El propósito principal de la capa de acceso es aportar un medio de conexión de los dispositivos a la red y controlar qué dispositivos pueden comunicarse en la red (Zepeda, 2013).
- **Capa de distribución:** La capa de distribución de la red se encuentra entre las capas de acceso y núcleo. Ayuda a definir y separar el núcleo. El propósito de esta capa es ofrecer una definición fronteriza en la cual se puede llevar a cabo la manipulación de paquetes (Zepeda, 2013).
- **Capa núcleo:** La capa núcleo del diseño jerárquico es la backbone de alta velocidad de la internetwork. La capa núcleo es esencial para la interconectividad entre los

dispositivos de la capa de distribución, por lo tanto, es importante que el núcleo sea sumamente disponible y redundante (Zepeda, 2013).

- **Compatibilidad:** Debido a que la tecnología LAN y de internet se basan en el Protocolo IP, la arquitectura interna del protocolo de red de la compañía debe ser compatible con el protocolo IP en diversas plataformas.
- **Disponibilidad:** Se aplica tanto al tiempo de actualización como al de acceso, no basta que el usuario tenga autorización para acceder a los servidores, si este no puede conectarse debido a problemas de la red, por tanto, se debe asegurar la disponibilidad en la parte física de la red.
- **DLCI:** Data Link Connection Identifier o identificador de canal del circuito, es el identificador que se aloja en la trama e indica el camino a seguir por los datos en el Frame Relay.
- **Frame Relay:** Es una tecnología de protocolo de red de conmutación de paquetes digital de capa de enlace de datos diseñada para conectar redes de área local (LAN) y transferir datos a través de redes de área amplia (WAN).
- **Host:** Es cualquier ordenador conectado a la red y que dispone de un número IP y un nombre definido.
- **Internet:** Es un conjunto integrado por las diferentes redes de cada país del mundo, por medio del cual un usuario en cualquier computadora puede, acceder a la información de otra computadora y poder tener inclusive comunicación directa con otros usuarios en otras computadoras.
- **MIMO:** Multiple-input Multiple-output o múltiple entrada múltiple salida es una técnica utilizada para la transmisión de señales digitales basada en la emisión de varias señales inalámbricas mediante antenas diferentes, es decir varios canales.

- **MPLS:** Multiprotocol Label Switching o conmutación de etiquetas multiprotocolo es un estándar para transmitir datos bajo diferentes etiquetas creado para unificar diversos tipos de datos transmitidos a través de la misma red de para enviar paquetes de información que no generen un problema de velocidad.
- **PBX:** Private Branch Exchange o Ramal privado de conmutación automática, es una red telefónica privada utilizada dentro de una empresa. Los usuarios de un sistema telefónico PBX puede comunicarse de forma interna y externa con el resto del mundo.
- **REST:** Transferencia de Estado Representacional es una interfaz empleada para la conexión y transferencia de datos mediante el protocolo HTTP.
- **Seguridad:** La seguridad en una red abarca todo desde el proceso de cifrado que se implementa hasta los servicios de autenticación de usuarios, es necesario tener en cuenta el término seguridad ya que se puede decir que una red sin seguridad no es una red.
- **TDMA:** Time Division Multiple Access o Acceso múltiple por división de tiempo es una de las técnicas empleadas para transmitir señales digitales basada en la ocupación de un único canal de transmisión proveniente de diversas fuentes.
- **TCP/IP:** Son las normas que posibilitan la interconexión de ordenadores de diferentes fabricantes utilizando todo tipo de tecnología (TCP Protocolo de control de transporte).
- **VCI:** Virtual Channel Identifier o Identificador de canal virtual es un identificador que permite determinar la ruta de los mensajes a través de una red.
- **VLAN:** Virtual LAN s un método para crear redes lógicas independientes dentro de una misma red física es decir la creación de sub redes de carácter virtual dotándolas de las características de una red LAN.

- **VoIP:** Voz de protocolo de internet, comprende al grupo de elementos que permiten el viaje de la señal de voz por medio del protocolo IP.
- **VPI:** Virtual Path Identifier o Identificador de Ruta Virtual es un campo de 8 bits dentro del encabezado de una celda ATM, el cual conjuntamente con el VCI permiten determinar el próximo destino de una celda en su recorrido por los switches ATM hasta su destino.
- **VPN:** Virtual Private Network o Red privada virtual es un método utilizado para conectar una o más computadoras a través de internet simulando una red de tipo LAN o MAN, este sirve para ocultar la dirección IP real y enrutar el tráfico de Internet como nuestros datos a través de un túnel privado y cifrado de forma segura a través de redes que sí son públicas.
- **VRF:** Virtual Routing and Forwarding o Enrutamiento virtual y reenvío, es una tecnología que permite que un router pueda ejecutar más una serie de listas de enrutamiento de manera simultánea.
- **WAN:** Wide Area Network o red de área amplia es una red de carácter amplio en el cual sus nodos no se encuentran cerca de manera geográfica y que permite la interconexión de redes LAN dentro de sí.
- **WSDL:** Web Services Description Language o Lenguaje de Descripción de Servicios Web, es el estándar o lenguaje de empleado para las operaciones de codificación y decodificación de los mensajes enviados en red.
- **Web 2.0:** El término Web 2.0 comprende aquellos sitios web que facilitan el compartir información, la interoperabilidad, el diseño centrado en el usuario y la colaboración en la World Wide Web (WWW). Un sitio Web 2.0 permite a los usuarios interactuar y colaborar entre sí como creadores de contenido generado por usuarios en una comunidad virtual, a diferencia de sitios web estáticos donde los

usuarios se limitan a la observación pasiva de los contenidos que se han creado para ellos.

- **World Wide Web:** Telaraña mundial, para muchos la WWW es Internet, para otros es solo una parte de esta. Podríamos decir estrictamente que la WEB es la parte de Internet a la que accedemos a través del protocolo HTTP y en consecuencia gracias a Browsers normalmente gráficos como Netscape o Internet Explorer.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación económica

El implementar una red que brinde servicios de banda ancha se requiere de cierta inversión para la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia mediante el uso de sus propios fondos o por medio de la gestión de las municipalidades, por lo cual se requiere buscar alternativas que permitan minimizar los costos. A razón de ello se tiene que tener en cuenta que la tecnología que se use tenga proyección a futuro contando una arquitectura que priorice el funcionamiento de los equipos de la institución de manera adecuada y que esta busque emplear equipos necesarios con bajo coste en el mercado.

Al poseer un servicio de banda ancha de calidad permite la mejora el servicio educativo, puesto que la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia es una Institución con Jornada Escolar Completa, la cual cuenta con laboratorios especializados por áreas y emplean en gran medida el uso de Tecnologías de Información y Comunicación.

1.4.2. Justificación social

La presente investigación sirve a los estudiantes y docentes de educación secundaria para la utilización de las Tecnologías de Información y Comunicación para el proceso

enseñanza aprendizaje, el cual a un mediano y largo plazo contribuirá con el desarrollo social y económico del centro poblado de Vicos.

A su vez el proyecto puede ser empleado como antecedente para que otras instituciones u organismos de carácter público existentes dentro del Centro Poblado de Vicos puedan emplear radioenlaces para acceder al servicio de internet de banda ancha.

1.4.3. Justificación operativa

La educación se encuentra en un constante proceso de modernización por lo que se requiere que el personal administrativo y docentes de las instituciones educativas aprendan a utilizar los recursos tecnológicos para el desarrollo de las diversas tareas y procesos que siguen. Por ello la implementación de una red de banda ancha permite brindar un acceso más eficiente para la capacitación en la utilización de las Tecnologías de Información y Comunicación en beneficio de la educación.

Respecto a la operatividad de la red basada en radioenlaces, se determinaron los procedimientos y detallaron el uso de las herramientas necesarias para el proceso de mantenimiento, así como también dispone la capacitación del personal para la solución de incidentes de acuerdo al siguiente cuadro:

Cargo	Cantidad de trabajadores
Directo y subdirector	2
Personal administrativo	XX
Docentes	X
Personal del área informática	1

Fuente: Elaboración propia

1.4.4. Justificación tecnológica

Actualmente en el Perú las telecomunicaciones no están muy avanzadas como en otros países, debido a que la mayoría de países de primer orden trabajan con acceso a banda ancha en las oficinas y en las viviendas. En la presente investigación se presenta el diseño de una red basada en radio enlace para brindar internet de banda ancha en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia lo que representa un avance tecnológico no solo para la didáctica escolar, sino que también para el proceso de alfabetización digital.

Así mismo, de acuerdo a la RVM N°030-2019-MINEDU los docentes deben de plantear actividades de aprendizaje que requieran herramientas tecnológicas por lo cual las instituciones educativas deben de contar con los recursos que permitan la interacción y aprendizaje de los alumnos, siendo en este sentido el uso de internet una de las principales ventanas para acceder a una gran cantidad de contenidos y herramientas educativas.

1.4.5. Justificación legal

La presente investigación se basa en la Resolución de la secretaría general N° 073 – 2017 - MINEDU “Normas para la implementación del modelo de servicio educativo Jornada Escolar Completa para Instituciones Educativas Públicas del nivel de Educación Secundaria” en la cual se establecen las disposiciones generales para la gestión, implementación y realización de procesos pedagógicos en este tipo de instituciones educativas; dentro de las cuales se encuentra el apoyo pedagógico a los docentes, las cuales se realizan mediante el uso de la plataforma virtual JEC y la integración de las TIC en el proceso enseñanza aprendizaje.

En dicha normativa se especifica que los docentes y alumnos deben de acceder a recursos virtuales, por lo cual la presente investigación busca establecer un contacto continuo a los recursos propios de las tecnologías de información; en este sentido es preciso resaltar que la red que actualmente viene funcionando posee ciertas limitaciones para el uso de estas herramientas virtuales.

1.5. Planteamiento del problema

1.5.1. Realidad problemática

En América Latina se observa que existe una abismal diferencia en el acceso a tecnologías e internet entre las zonas rurales y urbanas, Perú es uno de los países con mayor brecha en cuanto a conexión a internet entre sus áreas urbanas y las rurales, la diferencia en la penetración de internet es del 40% y se tiene como promedio de acceso a internet en la región un 27%. En cuanto a la calidad del servicio, los 2 países mejor ubicados son Uruguay y Costa Rica que tienen un 15% de sus conexiones con velocidades superiores a 15 Mbps y los peor ubicados 0,2%; a modo de comparación con los países más desarrollados a nivel mundial, estos superan el 50% de sus conexiones por encima de 15Mbps (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2017). Esta situación, en unos casos es el menor de los problemas, pero en otros muchos casos el acceso a internet es un recurso que contribuye de manera determinante al desarrollo social y económico, apoyándose en factores como la educación.

Las redes inalámbricas son redes que utilizan ondas de radio para conectar los dispositivos, sin la necesidad de utilizar cables de ningún tipo, las cuales funcionan de manera similar a las redes cableadas, sin embargo, las redes inalámbricas deben convertir las señales de información en una forma adecuada para la transmisión a través del medio de aire. En este sentido, las redes inalámbricas sirven a muchos

propósitos; en algunos casos se utilizan en sustitución a las redes cableadas, mientras que en otros casos se utilizan para proporcionar acceso a datos organizacionales desde ubicaciones remotas (Salazar, 2017).

No obstante, pese a la facilidad que proporcionan las redes inalámbricas, según el informe de la Unión Internacional de las Telecomunicaciones que lanzó en el 2017 (ITU, el organismo especializado en telecomunicaciones de la ONU), todavía el 52% de la población mundial no tiene acceso a internet (Palou, 2017).

En tal sentido, en el sector educación del Perú, aún existe una amplia brecha de colegios que cuentan con acceso a Internet, según el Censo Escolar 2016, 72% de escuelas de nivel secundario cuentan con conexión (respuestas de directores). Pero de acuerdo a la ENEDU, solo 48% tiene Internet (según directores y docentes de más de 11 mil colegios). Mientras que, para la OCDE, el 60% de computadoras tiene internet. Como informa PRONIED, la conectividad depende de cada escuela. MINEDU destina presupuesto para mobiliario, pero no garantizan el acceso a Internet (RPP, 2017).

Caso de esto, es el que se encuentra en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusarúa, que se ubica en el Centro Poblado de Vicos, en el Distrito Marcará, en la Provincia de Carhuaz, en la cual se despliega la Jornada Escolar Completa (JEC) que busca mejorar la calidad ampliando las oportunidades de aprendizaje de los estudiantes poniendo a su disposición las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) con el fin de conseguir que estos accedan a mayores oportunidades al terminar la vida escolar. Sin embargo, estas herramientas tecnológicas requieren de internet para su correcto funcionamiento, en dicho contexto, esta Institución cuenta con acceso al servicio de internet compartido con la encargatura del Centro Poblado de Vicos en conexión a la red satelital provista por la gestión de la Municipalidad Distrital de Marcará, la cual en la práctica no supera el 4Mbps, razón que no permite atender las

necesidades que se desprenden del desarrollo de actividades en los equipos de cómputo y multimedia de manera adecuada, a lo cual se suma la dependencia de las condiciones climatológicas que afectan a la recepción de la señal, las cuales poseen un menor impacto en comparación al uso de radio enlaces.

Si bien la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica es una alternativa para que la institución educativa pueda contar con internet de banda ancha, esta se ve limitada debido a los problemas que se tiene con la concesión de dicha red, siendo que a la actualidad solo se viene empleando el 3,2% de la capacidad completa de dicha red, por lo que el MTC resolvió el contrato de concesión de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica en julio del 2021, dejando en incertidumbre el uso de esta red al menos en los próximos 5 años (Diario Oficial El Peruano, 2021).

En tal escenario, el tesista propone una solución empleando radioenlaces con el fin de distribuir de manera más óptima el servicio de internet de banda ancha, por ende, en base a lo antes planteado se formula el problema de investigación que se presenta a continuación.

1.5.2. Formulación del problema

1.5.2.1. Problema general

¿En qué medida necesita acceso a internet de banda ancha en su red WLAN la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia - Vicos?

1.5.2.2. Problemas específicos

- **Problema específico 1:** ¿Cuál es el nivel de aceptación del personal administrativo y docente de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia sobre el servicio de internet que viene funcionando actualmente en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia?

- **Problema específico 2:** ¿Cuáles son las necesidades y requerimientos de los usuarios de internet en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia?
- **Problema específico 3:** ¿De qué manera se puede mejorar conectividad de la red para el acceso a banda ancha en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia?

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo general

Proponer el radio enlace con tecnología AirMAX para internet de banda ancha en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia – Vicos.

1.6.2. Objetivos específicos

- **Objetivo específico 1:** Determinar el nivel de aceptación del personal administrativo y docente de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia sobre el servicio de internet que viene funcionando actualmente en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia.
- **Objetivo específico 2:** Identificar las necesidades y requerimientos de los usuarios de internet en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia.
- **Objetivo específico 3:** Detallar las características de la implementación del radio enlace con tecnología AirMAX para internet de banda ancha en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia.

1.7. Hipótesis

La presente investigación no cuenta con hipótesis, puesto a que la presente investigación es de carácter propositivo y se realiza la propuesta de radio enlace para internet de banda

ancha. Las investigaciones de nivel descriptivo “sólo se formulan hipótesis cuando se pronostica un hecho o dato” (Hernández Sampieri & Baptista Lucio, 2014, pág. 104).

CAPÍTULO II.

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Variables

2.1.1. Variable independiente

Red LAN

2.1.2. Variable dependiente

Diseño de la Red de banda ancha AirMAX

2.2. Operacionalización de variables

Tabla 1: Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Ítems
<i>Red LAN</i>	Servicios	Accesibilidad (1-6)
	Implementación	Implementación (7-12)
	Capacitación	Capacitación (13-21)
	Funcionamiento	Funcionamiento (22-30)
<i>Diseño de la Red de banda ancha AirMAX</i>	Identificación y descripción de requerimientos	Desarrollo de la elaboración propuesta de red
	Identificación de las necesidades de los usuarios	
	Diagnóstico de la situación actual	
	Arquitectura tecnológica de la solución	
	Diseño de la estructura de la solución	
	Diseño de la red interna de la institución	
	Descripción de la construcción	
	Implementación del software de control de red	
	Pruebas	
	Simulación de la conexión a la red de banda ancha	
Simulación de la distribución de la red en la Institución		

Fuente: Elaboración propia

2.3. Definición conceptual

Red LAN

Los sistemas de transmisión inalámbrica basada en radioenlaces tienen como finalidad la transmisión punto a punto de grandes volúmenes de información sobre grandes distancias, la capacidad del canal inalámbrico para transportar información dependerá de su ancho de banda, el cual a su vez es función de la frecuencia de operaciones del sistema (Albornoz, 2014).

Diseño de la Red de banda ancha AirMAX

El protocolo AirMax con TDMA es el desarrollado por una conocida marca comercial denominada Ubitiqui, es un protocolo propietario de transmisión de datos, pudiendo proporcionar velocidades reales de TCP/IP para exteriores de hasta 150 Mbps en distancias de 50 kilómetros como máximo.

El protocolo AirMax fue diseñado teniendo en cuenta la velocidad y la escalabilidad., por lo que esta tecnología soluciona con un menor costo los problemas de conectividad a grandes distancias, así como también cuando se presentan accidentes geográficos que imposibilitan el cableado de fibra óptica con una mayor velocidad de las redes de tipo satelital.

2.4. Definición operacional

Red LAN

La Red LAN que actualmente viene funcionando se evaluó en base a los requisitos establecidos para acceder a una red de banda ancha establecidas en el Proyecto de Instalación de Banda Ancha en las regiones de Ancash, Arequipa, Huánuco, La Libertad, Pasco y San Martín dentro del Programa Nacional de Telecomunicaciones

(PRONATEL), por lo cual se consideran los servicios, la implementación, la capacitación y el funcionamiento.

Diseño de la Red de banda ancha AirMAX

El diseño de la red de banda ancha empleando la tecnología AirMAX se realiza siguiendo el procedimiento de diseño de redes, partiendo de la identificación de requerimientos, elaboración de diseño y la simulación de la red, por lo cual se consideraron las siguientes dimensiones: identificación y descripción de requerimientos, identificación de las necesidades de los usuarios, diagnóstico de la situación actual, arquitectura tecnológica de la solución, diseño de la estructura de la solución, diseño de la red interna de la institución, descripción de la construcción, implementación del software de control de red, pruebas, simulación de la conexión a la red de banda ancha, y la simulación de la distribución de la red en la Institución.

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de estudio

De acuerdo a la orientación

La presente investigación será de tipo **aplicada**, según Hernández et al. (2014) este tipo de investigación busca resolver problemas de la realidad observada empleando los conocimientos teóricos adquiridos por el investigador.

Descriptivo: En cuanto al nivel de investigación se trata de una **investigación descriptiva propositiva**, según Gallardo (2017) las investigaciones **descriptivas** tienen como objetivo especificar las características y propiedades del objeto de estudio con el fin de definir su estructura o comportamiento; **propositiva** debido a que la investigación se fundamenta en una necesidad o vacío dentro de la institución, una vez que se tome la información descrita, se realizará una propuesta de la red basada en radioenlaces para proveer de internet a la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia. Al identificar los problemas, investigarlos, profundizarlos y dar una solución dentro de un contexto específico.

3.2. El diseño de investigación

Así mismo se trata de una investigación de tipo **no experimental** y de corte transversal, es decir que durante el proceso de investigación se manipularán deliberadamente las variables y los datos se recolectarán tan solo en un lapso de tiempo determinado (Hernández et al., 2014).

De acuerdo a la técnica de contrastación

Es de diseño no experimental de tipo descriptiva propositiva, lo cual se representa gráficamente de la siguiente manera:



Donde:

M: representa la muestra de estudio: Docentes de la institución educativa

O: Observación de la muestra, Evaluación de red WLAN

P: Propuesta

3.3. Población y muestra

La unidad de análisis utilizada para este proyecto está conformada por el personal docente y administrativo de la Institución Pedro Pablo Atusparia.

De esta población se obtuvo una muestra no probabilística por conveniencia.

Población: Tamayo (2012) menciona que la población es “la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación (p. 180). De acuerdo al director de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia, en su mencionada institución educativa en el año 2019 se contó con una **población de 33 docentes y 14 trabajadores administrativos**, entre contratados y nombrados;

Muestra: Con respecto a la muestra Tamayo (2012) la define como “el grupo de individuos que se toma de la población, para estudiar un fenómeno estadístico” (p. 38).

Al contar con una población de 47 trabajadores administrativos y docentes se **determinó**

emplear una muestra censal, es decir que todos los sujetos de la población serán considerados como muestra

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

En la investigación empleó la técnica de la entrevista que según Hernández y otros (2014) se trata de una reunión para conversar e intercambiar información sobre el tema de estudio, entre el entrevistador y los entrevistados, esta técnica fue aplicada para determinar los requerimientos de la red; a su vez, fue necesario la aplicación de encuestas el cual define Hernández y otros (2014) como una técnica usada para analizar y evaluar la problemática planteada, será aplicado para evaluar el estado de la red actual.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Cuestionario estructurado: se elaboró con los ítems y alternativas cerradas con base a la variable, dimensiones e indicadores de estudio. Así mismo el cuestionario estructurado fue elaborado con los siguientes elementos estructurales: título, objetivo, instrucciones, las preguntas y alternativas de respuesta, las cuales se tomó detalle y criterio al momento de su formulación.

3.4.3. Técnicas de procesamiento de datos

Las técnicas que se emplearon para el procesamiento de la información fueron:

- **Tratamiento de los datos:** se hizo uso del software Microsoft Excel 2016, el cual permite preparar la información para facilitar su análisis posterior, también se pudo realizar la codificación de las variables y los ítems (asignar un nombre a cada una de las variables que permita una fácil identificación) y sobre todo ayudó en el almacenamiento de los datos obtenidos de las encuestas (el programa

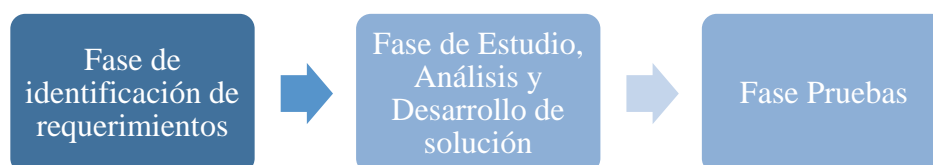
mencionado se adaptó mejor a las características de nuestros datos, además de ser el de mayor dominio).

- **Estrategia de análisis:** para la estrategia del análisis de los datos, mediante MS Excel, el cual permitió realizar un análisis estadístico de los datos (pruebas)

3.5. Técnicas de análisis y prueba de hipótesis

Para el desarrollo de este proyecto, se tomaron en cuenta tres fases que dieron el cumplimiento a los objetivos de esta investigación: Se inició con una fase de investigación, sobre la red en funcionamiento y como esta se viene desempeñando en la institución educativa; esta fase fue necesaria para el diseño de la red de banda ancha de acuerdo a la realidad y situación actual de la Institución Educativa, por la cual se empleó una escala valorativa que permita evaluar la red que viene funcionando actualmente así como también la inspección propia por parte del investigador. Finalmente se llegó a una fase de culminación donde se plasmaron las conclusiones correspondientes al desarrollo de este proyecto. En el siguiente gráfico se muestran las fases y en el Tabla se muestran las actividades en cada una de ellas:

Figura 1 Fases para el proyecto



Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Descripción de las fases para el proyecto

Fases	Actividades
<i>Fase de identificación de requerimientos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Realidad problemática • Análisis situacional • Red actual <ul style="list-style-type: none"> ○ Medios de comunicación. ○ Administración de red ○ Seguridad de la información • Lista de requerimientos
<i>Fase de Análisis y desarrollo de solución</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de funcionalidad • Determinación de la arquitectura de radio enlace • Diseño de radio enlace • Identificación de los nodos que integran el radio enlace
<i>Fase de pruebas</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Simulación de la conexión de radio enlace de banda ancha. • Simulación de la distribución de la red WLAN

Fuente: Elaboración propia

a. Fase de identificación de requerimientos

En esta fase, se inicializó con datos generales para un análisis y entendimiento previo del proyecto, lo que permitió estudiar los temas relacionados a la red de banda ancha, así como cada una de las dimensiones que le competen, así mismo, permitió realizar un estudio sobre como viene funcionando la red actualmente, lo cual se realizó mediante la aplicación del cuestionario. La investigación está basada en los siguientes tópicos:

- Realidad problemática
- Análisis situacional
- Red actual
 - Medios de comunicación
 - Administración de red
 - Seguridad de la información
- Lista de requerimientos

Cabe destacar que esta fase también incluye la recopilación de la información sobre equipos que se adapten mejor al diseño que se busca, con las especificaciones de acorde a las necesidades de la operadora.

Esta investigación se dio inicio a través de los parámetros y características de las redes de banda ancha de acuerdo al Fondo Internacional en telecomunicaciones.

La información y consultas que se han realizado para este proyecto, fueron debidamente referenciadas y citadas.

Todo ello permitió tener las herramientas necesarias para dar el primer paso en el diseño de la red de banda ancha, así como elaborar el marco teórico del proyecto tomando la variable con sus respectivas dimensiones y se obtuvieron los resultados de acuerdo a los objetivos planteados.

b. Fase de análisis y desarrollo de la solución

En esta segunda fase, se evaluó toda la información teórica que se obtuvo, para adquirir un conocimiento adecuado sobre lo que consiste el proyecto, así como el alcance del mismo. El conocer las características y el funcionamiento de los elementos escogidos, permitió garantizar el cumplimiento de los objetivos del proyecto de investigación.

Para el análisis y desarrollo en esta fase, se tomó los siguientes puntos:

- Diseño de la funcionalidad
- Determinación de la arquitectura de radio enlace
- Diseño de radio enlace
- Identificación de los nodos de radio enlace
- Diseño de la estructura de la red WLAN soportada en radio enlace

El desarrollo completo de esta fase se observa en los Capítulo IV.

c. Fase de pruebas

En esta última fase se desarrollaron las pruebas sobre el diseño de red realizado, las cuales fueron sobre la conectividad al servicio de banda ancha y a la administración de la red, con estos datos se realizaron las conclusiones y recomendaciones. Además, se elaboró el informe final del proyecto de investigación, considerando las pautas y estándares establecidos por la Facultad de Ciencias de la UNASAM.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo en el diagnóstico

4.1.1. Características de la Institución Educativa

La Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia se encuentra ubicado en el centro poblado de Vicos, perteneciente al distrito de Marcará, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash; este se encuentra a aproximadamente a 16 km de la ciudad de Marcará atravesando los baños termales de Chancos con rumbo al lado oeste de la carretera Huaraz - Caraz.

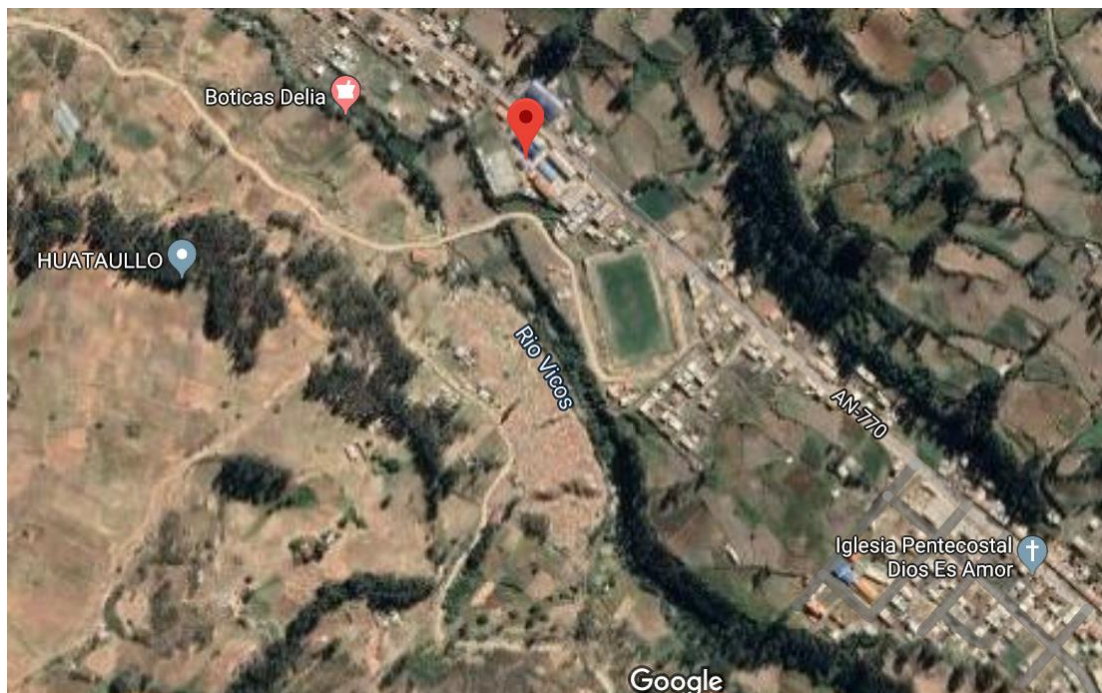


Figura 2: Ubicación de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia

El centro poblado de Vicos se encuentra situado entre los 2,895 y 4,480 msnm, su extensión alcanzaba más de 7,664 has, dicho lugar se encuentra a orillas del río con el mismo nombre. En cuanto a su actividad económica principal, es la agricultura debido

a sus fértiles tierras agrícolas, así como tierras para el pastoreo. En cuanto a su población, de acuerdo al censo realizado en el 2017 viven alrededor de 4000 personas conformando un aproximado de 450 familias. En cuanto a sus características topológicas se trata de una zona montañosa, por lo cual no existe una buena recepción de la señal de internet y de telefonía móvil.

En cuanto a su clima, el lugar cuenta con un clima frío y seco, propio de la zona sierra, y que se caracteriza por la gran cantidad de lluvias en la temporada de setiembre a abril, el acceso al centro poblado de Vicos se realiza mediante una carretera de trocha a una distancia aproximada de 16 km del centro del distrito de Marcará, cuyo tiempo aproximado en carro es de 25 minutos.

La Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia, cuyo código modular es el 0665919 y código de local 020847, pertenece a UGEL Carhuaz y es una de las instituciones educativas bajo la modalidad de Jornada Escolar Completa, por lo cual requiere de una conexión a internet que se estable para el funcionamiento de sus aulas especializadas. Esta institución educativa pública funciona en el horario matutino y brinda el servicio educativo a estudiantes de nivel secundaria, y debido al diseño y los laboratorios con los que se cuentan en la mencionada es que se aplican constantemente tecnologías de información y comunicación (TICs) en el desarrollo de las clases.

4.1.2. Estado del servicio de internet

Actualmente la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia del centro poblado de Vicos accede al servicio de internet compartido por parte de la encargatura del centro Poblado de Vicos, el cual cuenta con internet satelital que ofrece una velocidad máxima de transferencia de datos de 10 Mbps (1.25 Mb/s) a la dependencia y a la institución educativa, pero que sin embargo debido al alcance de la señal satelital y el

compartimiento del ancho de banda la Institución Educativa recibe aproximadamente una velocidad de 4 Mbps (0,5 Mb/s) y que a su vez sufre de pérdida de señal en algunos instantes o de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona. Cabe señalar que este servicio de internet es para la atención de las 5 oficinas administrativas y 4 laboratorios de TI que dispone la institución educativa.

Tabla 3: De características de la red

Red de banda ancha	-
Tecnologías de red utilizada	GSM (2G)
Ancho de banda	Cada canal de 200 kHz en bloques de 25 kHz
Velocidad	14kbps a 64 Kbps
Banda de frecuencia	850 - 1900 MHz

Fuente: VisorGis de OSIPTEL

Con respecto a la distribución actual de la red, esta proviene de la encargatura del centro poblado de Vicos y se conecta con un router ubicado en la oficina de informática de la institución educativa, el cual se encarga de repartir la señal de internet a cada una de las oficinas administrativas que lo requieren, y sobre las aulas especializadas que hacen uso de TIC; bajo este contexto es preciso señalar que el uso de las aulas especializadas no es muy frecuente debido al limitado ancho de banda de la institución educativa, y que se realizan las descargas de los materiales requeridos en horarios fuera de clases, motivo por el cual no existe interacción en tiempo real.

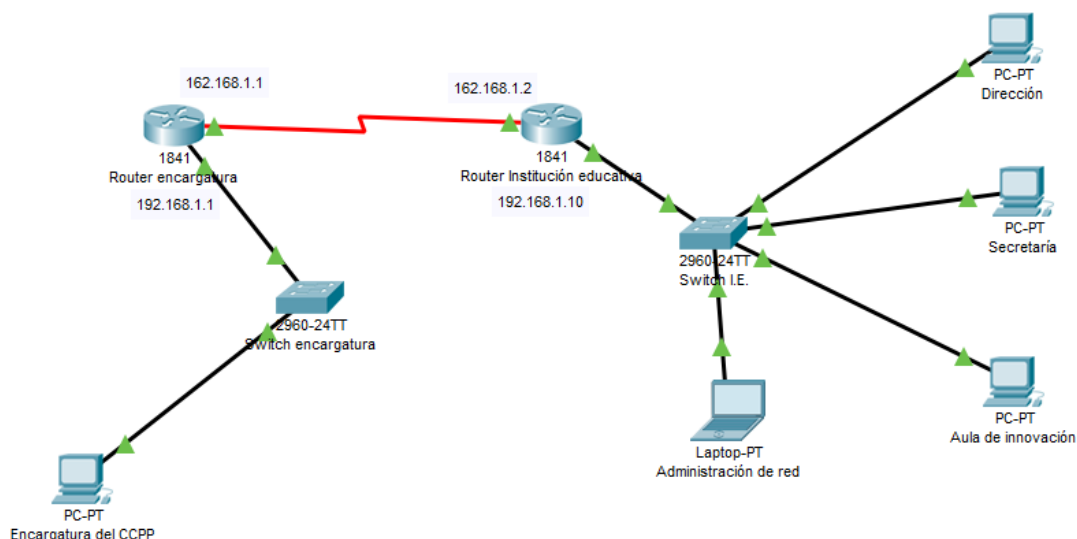


Figura 3: Diseño de red actual de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia

De acuerdo a la figura 3 se observa que la línea de internet se encuentra proporcionada por el router de la encargatura del centro poblado de Vicos, este se conecta al router de la institución educativa, el cual se encuentra en la oficina de informática de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia, dicho router posee una dirección IP de 192.168.1.10 y se conecta con un switch el cual distribuye el internet a todos los equipos de la institución educativa de manera cableada.

4.2. Resultados de la encuesta sobre el nivel de satisfacción de la red actual de datos

Para contrastar los datos hallados mediante el análisis de la situación actual se procedió con la aplicación de una encuesta dirigida al personal docente y administrativo de la institución educativa Pedro Pablo Atusparia, los resultados fueron procesados mediante la siguiente tabla de baremación.

Tabla 4: Baremación de las dimensiones de la red inalámbrica de banda ancha

Nivel	Servicios	Implementación	Capacitación	Funcionamiento
Malo	6 – 13	6 – 13	9 – 20	9 – 20
Regular	14 – 22	14 – 22	21 – 33	21 – 33
Bueno	23 – 30	23 – 30	34 – 45	34 – 45

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Baremación de la red inalámbrica de banda ancha

Nivel	Red inalámbrica de banda ancha
Malo	30 – 69
Regular	70 – 100
Bueno	111 – 150

Fuente: Elaboración propia

En las tablas anteriores se determinó el puntaje total de la valoración del cuestionario aplicado, los resultados se encuentran detallados en el Anexo 4: Matriz de resultados. En cuanto a los resultados hallados por dimensión se obtuvieron.

Tabla 6: Resultados de las dimensiones de la red inalámbrica de banda ancha

Nivel	Servicios	Implementación	Capacitación	Funcionamiento
Malo	42,55%	38,30%	38,30%	36,17%
Regular	57,45%	61,70%	61,70%	63,87%
Bueno	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Fuente: Elaboración propia

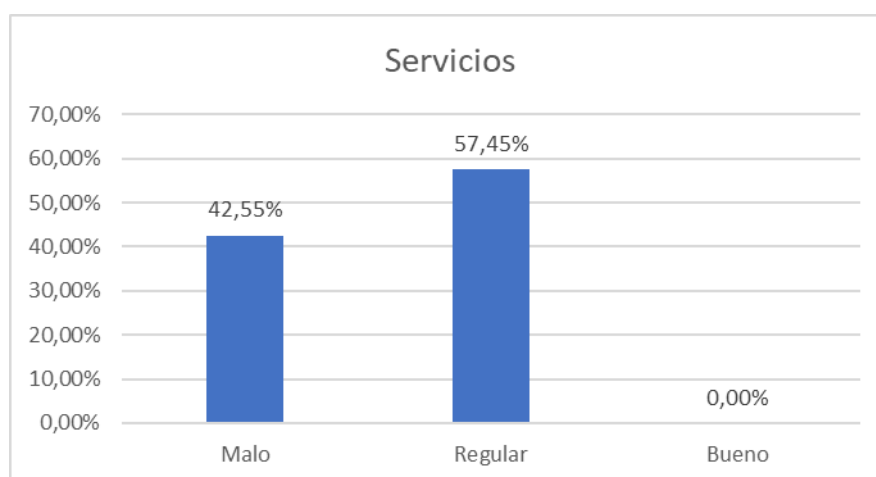


Figura 4: Calificación de los servicios de la red inalámbrica de banda ancha

Tal como se observa en la tabla 11 y figura 4 en cuanto a la dimensión servicios, la mayoría de los docentes y personal administrativo de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia califican a los servicios de la red inalámbrica de banda ancha que vienen

funcionando actualmente como regular (57,45%) mientras que un porcentaje menor la califican como mala (42,55%).

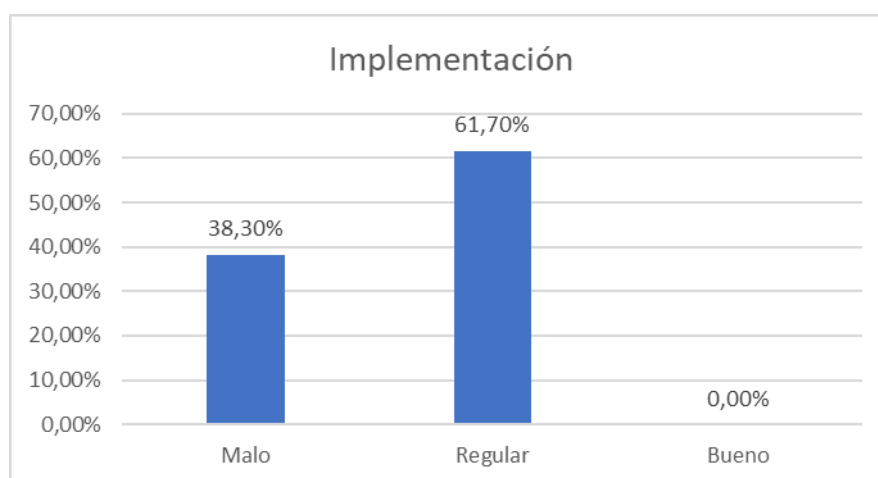


Figura 5: Calificación de la implementación de la red inalámbrica de banda ancha

Tal como se observa en la tabla 11 y figura 5 en cuanto a la dimensión implementación, la mayoría de los docentes y personal administrativo de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia califican a la implementación de la red inalámbrica de banda ancha que vienen funcionando actualmente como regular (61,70%) mientras que un porcentaje menor la califican como mala (38,30%).

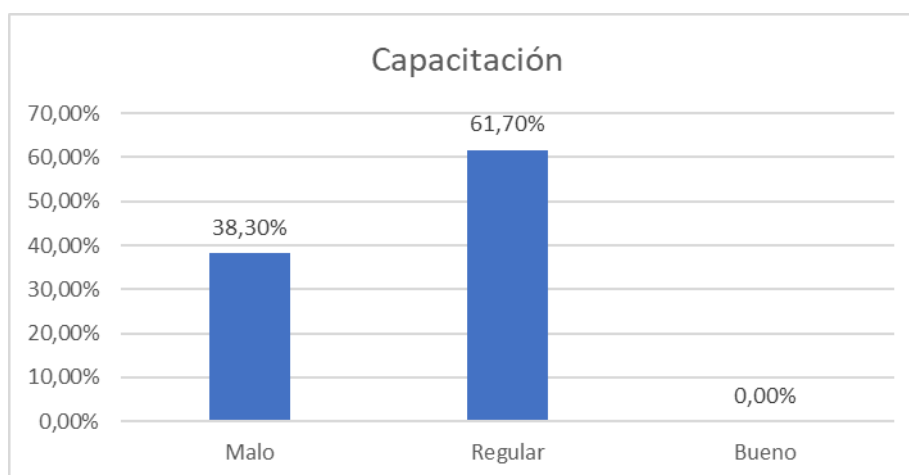


Figura 6: Calificación de la capacitación de la red inalámbrica de banda ancha

Tal como se observa en la tabla 11 y figura 6 en cuanto a la dimensión capacitación, la mayoría de los docentes y personal administrativo de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia califican a la capacitación de la red inalámbrica de banda ancha que vienen

funcionando actualmente como regular (61,70%) mientras que un porcentaje menor la califican como mala (38,30%).

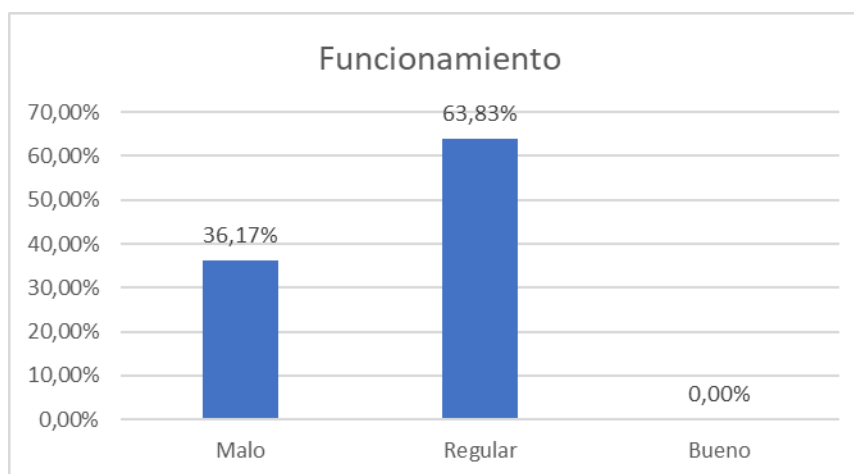


Figura 7: Calificación del funcionamiento de la red inalámbrica de banda ancha

Tal como se observa en la tabla 11 y figura 7 en cuanto a la dimensión funcionamiento, la mayoría de los docentes y personal administrativo de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia califican al funcionamiento de la red inalámbrica de banda ancha que vienen funcionando actualmente como regular (63,83%) mientras que un porcentaje menor la califican como mala (36,17%).

De manera análoga se aplicó la tabla de baremación sobre la variable en general, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 7: Resultados de la valoración de la red inalámbrica de banda ancha

Nivel	Red inalámbrica de banda ancha	
	f	%
Malo	22	46,81%
Regular	25	53,19%
Bueno	0	0,00%

Fuente: Elaboración propia

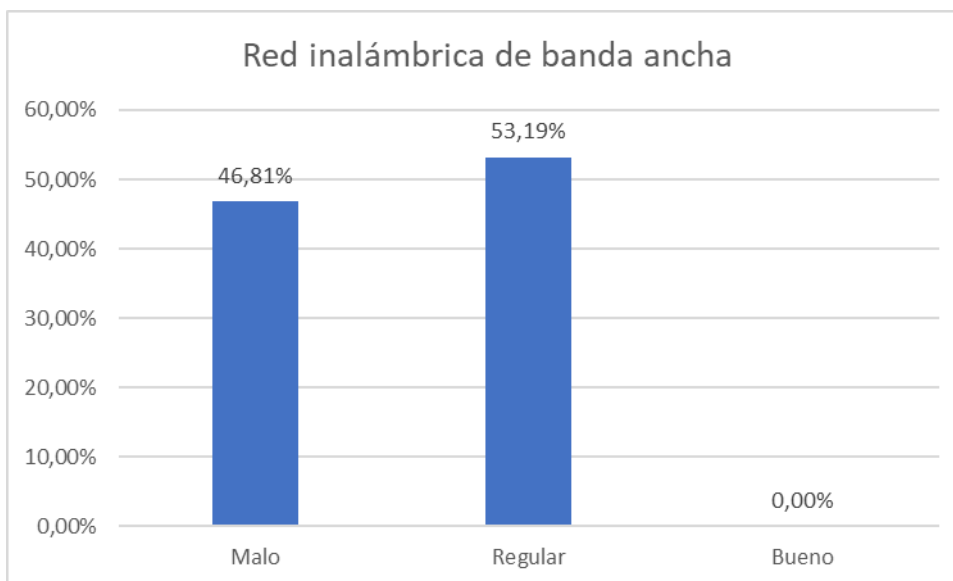


Figura 8: Calificación de la red inalámbrica de banda ancha

Tal como se observa en la tabla 12 y figura 8 en cuanto a la evaluación de la red inalámbrica de banda ancha, la mayoría de los docentes y personal administrativo de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia la como regular (53,19%) mientras que un porcentaje menor la califican como mala (46,81%).

En base a la evaluación realizada se puede afirmar que la red viene funcionando en la conformidad de algunos usuarios, pero ello puede deberse a que muchos docentes no interactúan constantemente con la red inalámbrica o solo lo utilizan en sus dispositivos móviles por lo cual sienten un nivel medio de satisfacción. A su vez se observa que muchos usuarios califican como malo al servicio debido a sus deficiencias, las cuales fueron detalladas en el análisis de la situación actual.

4.3. Desarrollo de la propuesta

4.3.1. Identificación y descripción de los requerimientos

Identificación de servicios prioritarios

En cuanto a las necesidades relacionadas al servicio de internet en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia, se detectó que actualmente se vienen efectuando una

serie de procesos que permiten dar soporte a la red existente, así mismo el Fondo internacional en telecomunicaciones menciona que la red de banda ancha por medio de una red inalámbrica debe de contemplar la definición de sus servicios y los componentes necesarios para su funcionamiento, además de detallar el proceso de implementación y capacitación; es debido a ello es necesario que la red de banda ancha propuesta pueda operar adecuadamente en base a las siguientes dimensiones:

- **Servicios**

Corresponden a las características propias del servicio de internet de banda ancha, siendo esta:

Tabla 8: Características del servicio de banda ancha

Característica	Valor esperado
Velocidad	50 Mbps
Velocidad de subida	1.00 MB/s
Velocidad de bajada	6.25 MB/s
Tipo de cableado	Cableado UTP
Alcance de la red inalámbrica	20 metros
Cantidad de usuarios	Entre 30 y 100 usuarios
Nivel de seguridad	WPA2
Servidor proxy	No
Monitoreo de red	Sí

Fuente: Elaboración propia

La velocidad descrita en la tabla anterior corresponde a la necesidad del funcionamiento de los equipos en las aulas especializadas de la institución educativa y en simultaneo de las oficinas administrativas de la misma. A su vez se estableció una cobertura de la señal de wifi de 20 metros a la redonda debido a que los dispositivos inalámbricos funcionarán en la edificación principal, en la que se encuentran los dispositivos a conectarse.

- **Implementación**

Dentro de la implementación se encuentran el diseño y distribución de la red, dentro de las cuales se especifican los diversos equipos que se emplearán para el diseño de red. A su vez la implementación comprende los costes a efectuarse para la implementación de la red planteada, omitiendo la rentabilidad debido a que el apoyo parte de la municipalidad Distrital de Marcará, la cual es una entidad del estado y sin fines de lucro.

- **Capacitación**

La red deberá de ser diseñada teniendo en consideración el nivel de conocimientos de los usuarios de la red, a su vez se deben de incorporar una serie de manuales y capacitación que permitan a los usuarios contactarse a la red de manera segura.

- **Funcionamiento**

El funcionamiento de la red diseñada será garantizado por las acciones operativas y de mantenimiento del personal del área de soporte técnico e informático de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia; de acuerdo a las especificaciones de su contrato el personal de soporte técnico es un profesional de ingeniería de sistema u otras carreras asociadas, el cual deberá de brindar el soporte necesario a los usuarios.

4.3.2. Identificación de las necesidades de los usuarios

En base a la entrevista con los alumnos y profesores, son los requerimientos establecidos por los usuarios, encontrándose compuestos por descripciones de carácter no técnico entre las cuales se tiene:

- **Velocidad de conexión**

Los docentes y alumnos son quienes enfatizan la importancia de la velocidad de conexión debido a que la red actual no permite el acceder a información o contenido multimedia en tiempo real.

- **Facilidad de uso**

Cierta población de docentes aún no se encuentra muy familiarizados con el uso de tecnologías de información, por lo que solo emplean ciertos recursos y requieren un uso simple y sencillo de la red de internet.

- **Acceso restringido a los alumnos**

A solicitud de los docentes y administrativos, se solicita la limitación de acceso a la red por parte de los alumnos; ello debido a que estos en ocasiones emplean las tecnologías de información con fines ajenos a la educación.

- **Soporte técnico**

El personal del del área de soporte técnico menciona que los recursos para el mantenimiento y soporte técnico se encuentre disponible, debido a que de contarse con equipos complejos y costosos no se podrá dar reparación inmediata ante algún inconveniente.

4.3.3. Diagnóstico de la situación actual

La institución educativa Pedro Pablo Atusparia se encuentra ubicada en una zona rural, geográficamente aislado de su capital provincia y de otras capitales provinciales, debido a estos factores su actividad económica principal es la agricultura por lo que no existe una preponderancia por el uso de tecnologías de información y comunicación para el desarrollo de sus actividades educativas ni económicas; sin embargo, la mencionada

institución educativa fue elegida para brindar el servicio bajo la modalidad de Jornada Escolar Completa (JEC) por lo cual viene modernizando su gestión y actividades educativas mediante el uso de las TIC.

Debido a ser una zona rural, las empresas de telecomunicaciones no se ven en la necesidad de implementar mejoras en sus servicios, limitándose a servir el servicio de telefonía móvil y no de internet; es debido a ello que la encargatura del Centro Poblado de Vicos posee el servicio de internet satelital, el cual fue gestionado en coordinación de la comunidad campesina y de la municipalidad distrital de Marcará. Es debido a ello y que en pro de impulsar el servicio educativo en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia que la encargatura del centro poblado viene proveyendo del servicio de internet a dicha institución educativa, sin embargo, debido a ser una señal de internet de tipo satelital esta presenta cortes de señal y una limitada velocidad.

Bajo este contexto es preciso enfatizar que las instituciones educativas bajo la modalidad de Jornada Escolar Completa poseen aulas especializadas para el desarrollo de las sesiones de clases, dichas aulas se ven dotadas de equipos informáticas y multimedia destinadas al reforzamiento e interactividad con los estudiantes. Sin embargo, debido a la problemática de la señal de internet estas aulas vienen funcionando de manera ineficiente, debido a que los recursos multimedia son empleados de manera esporádica o en su defecto con la reproducción del contenido preparado y descargado por el docente fuera de aula.

De acuerdo a lo anteriormente descrito, la implementación de red de banda ancha es una herramienta muy útil y poderosa para lograr un mayor flujo de comunicación y comunicación dentro la de la institución educativa, permitiendo el acceso a contenido

multimedia en tiempo real y al empleo adecuado de los recursos informáticos de las aulas especializadas.

4.3.4. Arquitectura tecnológica de la solución

Para la realización del diseño de la red para brindar el servicio de banda ancha a la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia inicialmente es necesario evaluar las diferentes arquitecturas existentes, y realizar una comparativa con la arquitectura Airmax para determinar cuan factible y diferenciada será la red propuesta.

En cuanto a la arquitectura AIRMAX, esta se encuentra basada en una plataforma ALL-IP (todo IP), ósea que la conmutación de paquetes está presente en toda la arquitectura de extremo a extremo de la red (end-to-end), con esto se deja de lado la conmutación de circuitos como era tradicional en las redes de telefonía. La red AIRMAX proporciona la flexibilidad para acomodarse a un amplio rango de opciones de implementación, como lo son:

- Cobertura y capacidad de radio para sectores densos o levemente poblados.
- Para ambientes urbanos, suburbanos y rurales.
- Soporta variados tipos de topologías.
- Coexistencia de servicios fijos, nomádicos y móviles en la misma red.
- Bandas licenciadas y no licenciadas, aunque es muy poco probable que se pueda hacer un despliegue móvil en bandas no licenciadas, debido al escaso control que se puede tener sobre la banda y las interferencias que le afectarían.

Las redes de telecomunicaciones se pueden dividir en cuatro grandes bloques: CPE, red de acceso, edge y núcleo o core. El núcleo es donde se localizan los equipos de alta capacidad de transmisión. En este bloque se encuentran los elementos centrales de red, los cuales son capaces de administrar y gestionar. Aquí se encuentran los servidores

AAA, la plataforma de servicio, la red IMS y sistemas de cobros. La tecnología AIRMAX es principalmente de acceso, no se necesita un núcleo de red exclusivo. El núcleo se puede interconectar con núcleos de otras redes, inclusive con otras redes de acceso.

Edge, es la interfaz del núcleo con la red de acceso. Este segmento está compuesto por los gateway del sistema. Los gateway son conocidos, en AIRMAX, como ASN – GW (Access Service Network Gateway). Estos pueden estar conectados a varias estaciones base, su función es hacer el papel de traductor hacia la red exterior de la información que viene del core. La red de acceso es donde están todos los sistemas que permiten llegar al usuario final, aquí es donde se reflejan las ventajas de Airmax en sus técnicas de propagación y modulación. Los terminales de usuario son los equipos que se ubican en el destino final del suscriptor, proporcionan conectividad vía radio con la estación base.

La tecnología Airmax es una de las tecnologías muy usadas a nivel mundial, pero también existen otras que se emplean para brindar servicios al igual que ésta. Para ello se describen las siguientes arquitecturas tecnológicas y sus principales características a modo de comparación con la tecnología Airmax, entre las principales características a comparar se encuentran el rango, velocidad y frecuencia.

a) **Wifi**

Es un conjunto de estándares para redes inalámbricas basado en las especificaciones IEEE 802.11. Se sitúan en las bandas de 2.4 y 5.8 GHz. Los estándares 802.11 actualmente vigentes son el 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n, aunque el que mayormente se encuentra distribuido en el mercado es el 802.11b. A medida que la

distancia al punto de acceso se incrementa, los productos IEEE 802.11 proporcionan reducción de la tasa de transmisión.

Tabla 9: Comparación entre Airmax y WiFi

	Wifi	Airmax
Cobertura	Menor a 100 m	1 – 15 km
Desempeño	Para cortos rangos de espacio	Para ambientes NLOS (banda de 2 a 11 GHz). Posee una serie de técnicas de antenas, modulación y detección de errores.
Escalabilidad	Aplicación LAN El incremento de usuarios afecta en el rendimiento de la red	Soporte suficiente para cientos de equipos por estación base. Canales flexibles de ancho de banda.
Tasa de bit	11 Mbps en canales de 20 MHz	15 Mbps en canales de 5 MHz
QoS	Sin soporte de QoS (Calidad de servicio)	Soporte nativo de QoS en la capa MAC Niveles de diferenciación de servicios

Fuente: Elaboración propia

b) GSM

El Global System for Mobile Communications (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles), es un estándar mundial para teléfonos móviles digitales que se puede dedicar tanto a voz como a datos. Admite servicios de datos con una velocidad neta de 12 Kbps; pero las redes GSM poseen ciertas limitaciones para la transmisión de datos:

- Bajas velocidades de transmisión.
- Tiempo de establecimiento de conexión, de 15 a 30 segundos. Además, las aplicaciones deben ser reinicializadas en cada sesión.
- Pago por tiempo de conexión.
- Problemas para mantener la conectividad celular entre naciones (Roaming).

La baja velocidad de transferencia limita la cantidad de servicios para Internet; por ejemplo, a 9.6 o 12 Kbps no se puede navegar por Internet de una manera satisfactoria, si además, se tiene en cuenta que se paga por tiempo de conexión, con lo que los costos se disparan.

La combinación de estos factores hace que GSM sea una tecnología mayoritariamente utilizada para voz y no para datos.

Tabla 10: Comparación entre Airmax y GSM

Característica	GSM	Airmax
Velocidad	9.6 – 12 Kbps	150 – 300 Mbps
Espectro de frecuencia	850, 900, 1800, 1900 Mhz	2 - 6 GHz
Cobertura	1 – 5 Km	1 – 15 Km

Fuente: Elaboración propia

Las implementaciones más veloces de GSM se denominan GPRS y EDGE, también denominadas generaciones intermedias o 2.5G, siendo sus características:

Tabla 11: Comparación entre Airmax y GPRS

Característica	GPRS	Airmax
Velocidad	171,2 Kbps	150 – 300 Mbps
Espectro de frecuencia	850, 900, 1800, 1900 Mhz	2 - 6 GHz
Cobertura	1 – 5 Km	1 – 15 Km

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Comparación entre Airmax y Edge

Característica	EDGE	Airmax
Velocidad	384 Kbps	150 – 300 Mbps
Espectro de frecuencia	1900 Mhz	2 - 6 GHz
Cobertura	1 – 5 Km	1 – 15 Km

Fuente: Elaboración propia

c) Tecnología 3G

El propósito de 3G consiste en superar las limitaciones tecnológicas de sus antecesores (2G y 2.5G). Actualmente 3G es considerada en el mercado mundial por la convergencia de voz y datos con acceso inalámbrico a Internet, aplicaciones multimedia, con velocidades de transmisión de 2 Mbps, además de proyectarse hacia aplicaciones de roaming global. Los entes involucrados con los sistemas 3G han propuesto básicamente 2 tipos de tecnologías: CDMA2000 y UMTS.

CDMA2000 es una familia de estándares en telecomunicaciones móviles 3G que utilizan modulación CDMA, un esquema de acceso múltiple para redes digitales, para enviar voz, datos, y señalización (como un número telefónico marcado) entre teléfonos celulares y estaciones base.

Tabla 13: Comparación entre Airmax y CDMA2000

Característica	CDMA2000	Airmax
Velocidad	1.8 Mbps	150 – 300 Mbps
Espectro de frecuencia	400, 800, 1700, 1800, 1900, 2100 Mhz	2 - 6 GHz
Cobertura	1 – 8 Km	1 – 15 Km

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) es una tecnología que permite introducir muchos más usuarios a la red global del sistema, además de incrementar la velocidad a 2 Mbps por usuario móvil. Sucesor de GSM, también llamado W-CDMA. UMTS proporciona servicios de uso fácil y adaptable para abordar las necesidades y preferencias de los usuarios, amplia gama de terminales para realizar un fácil acceso a los distintos servicios y bajo costo de los mismos para asegurar un mercado masivo.

Tabla 14: Comparación entre Airmax y UMTS

Característica	UMTS	Airmax
Velocidad	2 Mbps	150 – 300 Mbps
Espectro de frecuencia	1.8, 1.9, 2.1 GHz	2 - 6 GHz
Cobertura	1 – 8 Km	1 – 15 Km

Fuente: Elaboración propia

4.3.5. Diseño de la estructura de la solución

Se desea diseñar e implementar una red inalámbrica de banda ancha que permita soportar servicios de Internet y que le será de apoyo a su institución educativa Pedro Pablo Atusparia, en el cual los equipos de los usuarios que soliciten el servicio de internet institución serán conectados a la antena para recibir el servicio.

El diseño de la red estará conformado por dos componentes, una red para la conexión de banda ancha y otra red interna para la administración de accesos dentro de la institución educativa Pedro Pablo Atusparia, la cual de desarrolla de la siguiente manera:

Diseño de la red de conexión de banda ancha

El diseño de la red inalámbrica para la conexión de banda ancha a implementar será bajo la arquitectura tecnológica de Airmax, empleándose equipos tecnológicos con alta capacidad de transmisión de información (banda ancha).

Se empleará Mikrotik como servidor, y administrador de banda ancha a los clientes. A su vez para los puntos de acceso se usará una omnidireccional, el cual crea un radio de 360°, debido a que en la marca Ubiquiti las omnidireccionales crean enlaces de alta velocidad.

El servicio de internet (o nodo principal) partirá de la Municipalidad Distrital de Marcará, la cual cuenta con una línea de internet de banda ancha, debido a que de acuerdo al Consejo Nacional de la Educación del Perú, los gobiernos locales y regionales deben de contribuir con el sector educación y las labores educativas en las instituciones educativas dentro de su jurisdicción. Debido a ello es que el presente diseño se enfoca en crear una conexión con el nodo principal, para lograr acceder al servicio de internet de banda ancha.

Adicional a ello el diseño de red corresponde a la distribución de la red dentro de la institución educativa, lo cual servirá para administrar la conexión con los diferentes dispositivos existentes dentro de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia, y así gestionar los recursos de red necesarios para cada uno de los usuarios existentes.

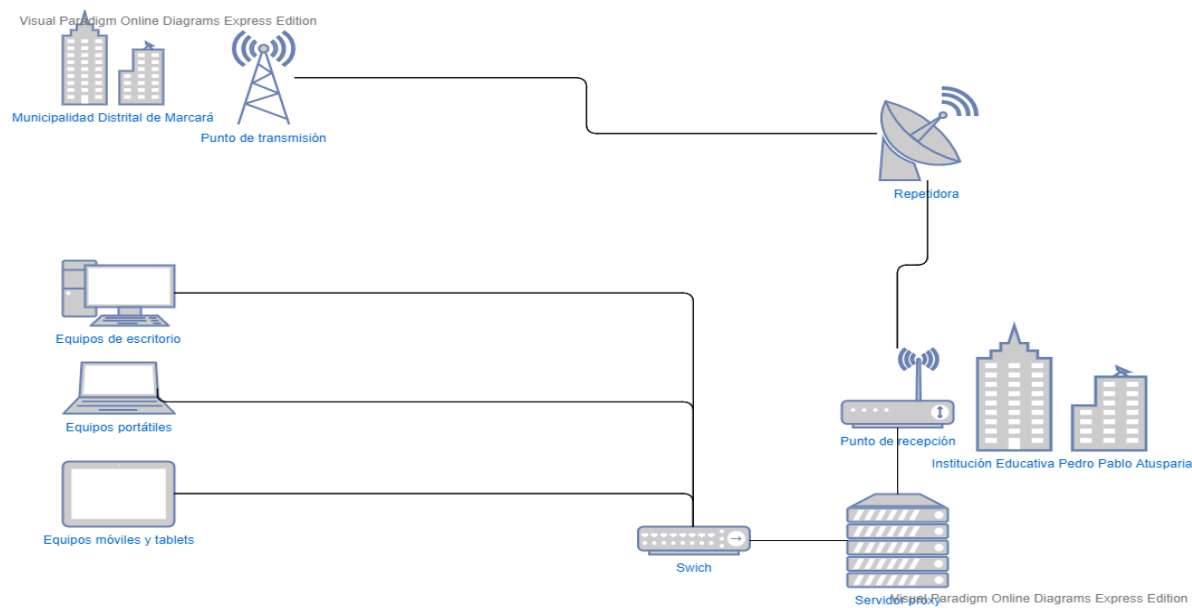


Figura 9: Diseño de la estructura de la red de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia

Fuente: Elaboración propia

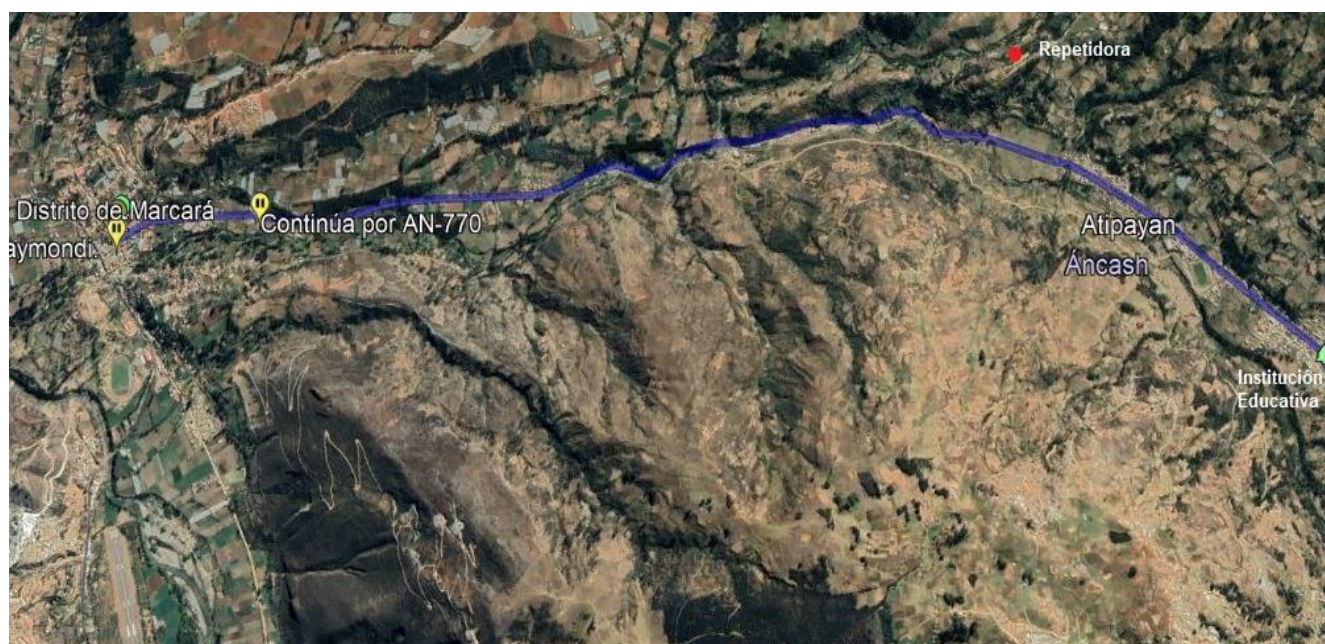


Figura 10: Geografía sobre la cual se desarrollará el diseño de la red de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia

Fuente: Google Earth Pro

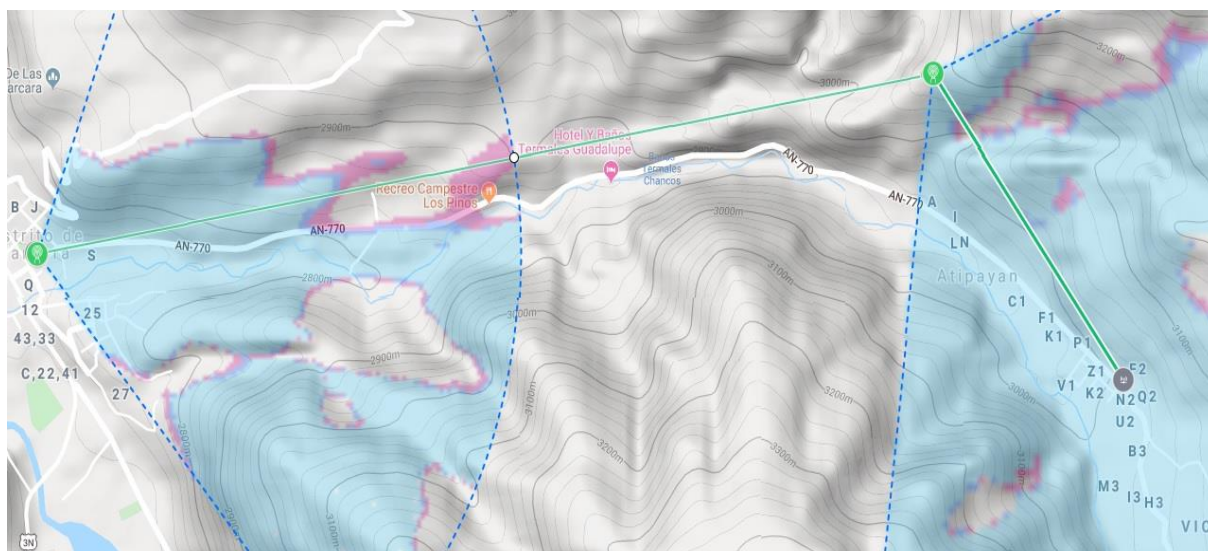


Figura 11: Simulación del diseño de la red de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia con los equipos AirMax

Fuente: AirLink Ubiquiti

Tal como se ve en las figuras 10 y 11, el diseño de conexión de la red de banda ancha parte de la Municipalidad Distrital de Marcará, el cual implementará una antena para la transmisión de datos hacia la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia, para ello se requerirá de una antena de transmisión ubicada en el propio municipio (Rocket 5AC Prism Gen 2), una repetidora (Ubiquiti PBE-5AC-Gen2 conectada a una Rocket 5AC Prism Gen 2) ubicada en una caseta al noroeste del centro poblado de Atipayan; cabe señalar que esta repetidora será la que envíe la señal correspondiente a la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia, la cual también podrá ser empleada para brindar señal al centro poblado de Atipayan u otras instituciones aledañas, así como también entidades públicas; y como último nodo de conexión una antena receptora de señal (Ubiquiti PBE-5AC-Gen2) la cual recibirá la señal de banda ancha para su distribución dentro de la institución educativa.

Para la implantación de la red inalámbrica de conexión de banda ancha se ha decidido utilizar la solución que ofrece Ubiquiti Networks. Por lo cual se emplearán los siguientes componentes:

a) Rocket 5AC Prism Gen 2

Es la solución de Ubiquiti MiMo 2x2 con modulación TDMA para 5GHz con una potencia de hasta 22 dBm. Es un equipo robusto, de alta potencia, con radios MIMO 2X2. Esta característica le permite obtener un gran alcance (hasta 50+km) y una elevada velocidad de transferencia (300 Mbps brutos y más de 100 Mbps reales en TCPI/IP). Específicamente diseñado para realizar enlaces PtP y PTMP y funcionar con estaciones base AirMax.



Figura 12: Rocket 5AC Prism Gen 2 AirMax

Fuente: Ubiquiti

Entre sus especificaciones técnicas se tiene que:

Tabla 15: Especificaciones del Rocket 5AC Prism Gen 2 AirMax

Dimensiones	88 x 40 x 230 mm (3,47 x 1,58 x 9,06")
Peso	400 g
Interfaz de red	(1) puerto Ethernet 10/100/1000
Conectores de radiofrecuencia	(2) RP-SMA (impermeable) (1) GPS (impermeable)

Material	Aluminio fundido a presión con recubrimiento de polvo blanco
Consumo máximo de energía	9,5W
Procesador	MIPS 74Kc
Memoria	DDR2 SDRAM de 128 MB
Temperatura de funcionamiento	De -40 a 80° C (de -40° F a 176° F)
Humedad de funcionamiento	5 a 95 % sin condensación
Frecuencia operativa (MHz)	5150 – 5875
Gestión de radio (MHz)	2412 - 2472
Certificaciones	CE, FCC, IC

Fuente: AixMax Ubiquiti

b) Ubiquiti PBE-5AC-Gen2

El PowerBeam 5AC Gen 2 es un receptor que dirige la energía de radio frecuencia en una anchura de haz más estrecha. Con el enfoque en una dirección, el PowerBeam 5AC Gen 2 bloquea o filtra espacialmente el ruido, por lo que se mejora la inmunidad al ruido. Esta característica es especialmente importante en un área llena de otras señales RF de la misma o similar frecuencia. Con un alto rendimiento y un diseño innovador, el PowerBeam 5AC Gen 2 es versátil y rentable de implementar.

Tiene una antena que ofrece 25 dBi de ganancia y 26 dBm de Potencia de Transmisión, opera en el intervalo de frecuencia de 5170 – 5875 MHz. Cuenta con un procesador Atheros MIPS 74KC y 64MB de Memoria RAM, además de 8 MB para almacenamiento. También tiene un puerto Gigabit Ethernet 10/100/1000.



Figura 13: Ubiquiti PBE-5AC-Gen2

Fuente: Ubiquiti

Entre sus especificaciones técnicas se tiene que:

Tabla 16: Especificaciones del Ubiquiti PBE – 5AC – Gen 2

Dimensiones	520 x 520 x 308 mm (20.47 x 20.47 x 12.13")
Peso	400 g
Interfaz de red	Puerto Ethernet 10/100/1000
Conectores de radiofrecuencia	(2) RP-SMA (impermeable) (1) GPS (impermeable)
Material	Aluminio fundido a presión con recubrimiento de polvo blanco
Consumo máximo de energía	9,5W
Procesador	MIPS 74Kc
Memoria	DDR2 SDRAM de 128 MB
Temperatura de funcionamiento	De -40 a 80° C (de -40° F a 176° F)
Humedad de funcionamiento	5 a 95 % sin condensación
Frecuencia operativa (MHz)	5150 – 5875
Gestión de radio (MHz)	2412 - 2472
Certificaciones	CE, FCC, IC

Fuente: AixMax Ubiquiti

c) Router

El Routerboard MIKROTIK RB750 es un pequeño Router que viene con cinco puertos Ethernet, en una caja de plástico. De diseño atractivo todo lo que buscan en una unidad pequeña SOHO, su precio es menor que la licencia RouterOS, es perfecto para administrar su red de cable en casa, el RB750 lo tiene todo. No sólo es económico, es pequeña y fácil de usar. Es probable que sea Router MPLS más económico en el mercado. Con su diseño compacto y un aspecto limpio, se ajustará perfectamente a su entorno SOHO.

d) Switch

El Routerboard MIKROTIK RB750 es un pequeño Router que viene con cinco puertos Ethernet, en una caja de plástico. De diseño atractivo todo lo que buscan en una unidad pequeña SOHO, su precio es menor que la licencia RouterOS, es perfecto para administrar su red de cable en casa, el RB750 lo tiene todo. No sólo es económico, es pequeña y fácil de usar. Es probable que sea Router MPLS más económico en el mercado. Con su diseño compacto y un aspecto limpio, se ajustará perfectamente a su entorno SOHO.

e) Router inalámbrico

El Routerboard MIKROTIK RB750 es un pequeño Router que viene con cinco puertos Ethernet, en una caja de plástico. De diseño atractivo todo lo que buscan en una unidad pequeña SOHO, su precio es menor que la licencia RouterOS, es perfecto para administrar su red de cable en casa, el RB750 lo tiene todo. No sólo es económico, es pequeña y fácil de usar. Es probable que sea Router MPLS más

económico en el mercado. Con su diseño compacto y un aspecto limpio, se ajustará perfectamente a su entorno SOHO.

4.3.6. Diseño de la red interna de la Institución Educativa

El diseño de la red interna de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia se realizará con la finalidad de contar con una adecuada administración de usuarios y a su vez administrar la velocidad de conexión para que todos los usuarios puedan trabajar de manera adecuada con los servicios de internet. Es debido a ello que se plantea la utilización de un servidor DHCP (para la asignación de IP's) y un servidor proxy (para monitorear y gestionar los recursos de red). Dicho diseño corresponde a la siguiente figura.

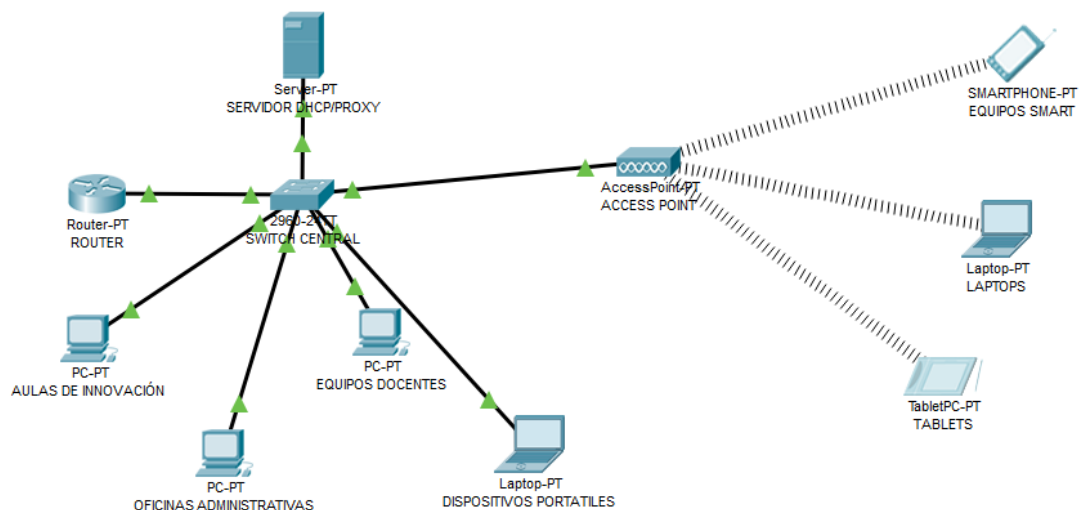


Figura 14: Diseño de la red interna de la institución educativa

Fuente: Elaboración propia

Tal como se observa en la figura anterior, la red interna parte desde el router, el cual se conecta a la antena receptora de señal, la cual es el nodo final del diseño de conexión a la red de banda ancha, dicho router se encontrará conectado a un switch central, el cual se conectará a un equipo que funcionará como servidor DHCP y servidor proxy, a su vez una serie de equipos cableados serán conectados al switch principal, finalmente se

tendrá una conexión cableada entre el switch y un acceso point para que la red sea compartida mediante señal inalámbrica a una serie de equipos dentro de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia.

Para la implantación de la red interna de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia se ha decidido utilizar la solución que ofrece la empresa TP – Link debido a su bajo costo y funcionalidad. Por lo cual se emplearán los siguientes componentes:

a) Mikrotik RB750

Es un pequeño Router que viene con cinco puertos Ethernet, en una caja de plástico. De diseño atractivo todo lo que buscan en una unidad pequeña SOHO, su precio es menor que la licencia RouterOS, es perfecto para administrar su red de cable en casa, el RB750 lo tiene todo. No sólo es económico, es pequeña y fácil de usar. Es probable que sea Router MPLS más económico en el mercado. Con su diseño compacto y un aspecto limpio, se ajustará perfectamente a su entorno SOHO.

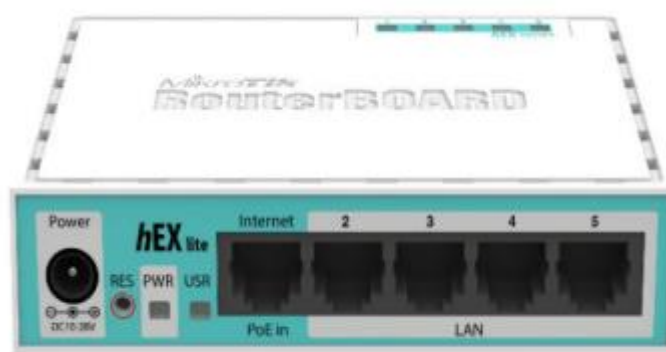


Figura 15: Mikrotik RB750

b) Switch TL-SG1024

El Switch TL-SG1024 Gigabit Ethernet le ofrece una solución de alto rendimiento, bajo costo, fácil de usar, sin fisuras y estándar para mejorar su red antigua a una red

a 1000Mbps. Todos los puertos soportan auto MDI / MDIX por lo que no hay necesidad de preocuparse por el tipo de cable, sólo tiene que enchufar y listo. Por otra parte, con la innovadora tecnología de eficiencia energética, el TL-SG1016 puede ahorrar hasta un 25% del consumo de energía; y como el 80% del material de embalaje puede ser reciclado es una solución ecológica para su red de negocios.

Todos sus 24 puertos son Gigabit RJ-45 que proporcionan una gran transferencia de archivos y también son compatible con dispositivos Ethernet de 10Mbps y 100Mbps. Con su arquitectura de no bloqueo, el TL-SG1024 dirige y filtra paquetes a la máxima velocidad del cable para un rendimiento máximo. Con su paquete Jumbo 10KB, el rendimiento de grandes transferencias de archivos se mejora considerablemente. El control de flujo IEEE 802.3x para el modo Full Duplex y la contrapresión para el modo Half Duplex alivian la congestión del tráfico y hacen el trabajo del TL-SG1024 fiable. Es una opción perfecta para actualizar su red a Gigabit al tiempo que protege correctamente su inversión anterior.

c) **Punto de Acceso Inalámbrico N 450Mbps**

El TP-LINK Punto de Acceso Inalámbrico N TL-WA901ND está diseñado para establecer o ampliar una red inalámbrica N de alta velocidad escalable o para conectar múltiples dispositivos Ethernet habilitados, tales como consolas de juegos, adaptadores multimedia digitales, impresoras o la red dispositivos de almacenamiento conectados a una red inalámbrica. La AP es compatible con una gran cantidad de diferentes funciones que hace que su experiencia de red inalámbrica más flexible que nunca.

Admite Cliente AP, Puente, Repetidor y modos de operación de AP para permitir que varias aplicaciones inalámbricas para ofrecer a los usuarios una experiencia más dinámica y completa cuando se utiliza el AP. Modo de funcionamiento múltiple también le ayuda a crear fácilmente la red inalámbrica para lugares difíciles o elimina zona muerta inalámbrica.

4.3.7. Descripción de la construcción

Proceso de implementación de la red

Las consideraciones para la implementación de la red propuesta se basan en las características propias de los radioenlaces, redes inalámbricas, topología y clima de la zona; siendo las siguientes:

- Los equipos para la interconexión que se utilizarán en los radioenlaces se recomiendan trabajar con la marca Ubiquiti ya que trabajan con la frecuencia 5 GHz, por ser una frecuencia libre a nivel mundial con un rango muy amplio de MHz y además posee una gran oferta de canales que desarrollan radios de bajo costo, permitiendo distancias y capacidades.
- La administración de la red se realizará con el software RouterOS, la cual es perteneciente a la marca Mikrotik.
- Para la implementación de la red interna se utilizará equipos inalámbricos descritos y antenas inalámbricas estacionarias para pc de la marca TP-Lin, asimismo en caso de corte de fluido eléctrico se recomienda emplear UPS para los equipos de interconexión.
- En las torres a instalar, se recomienda una altura de 3 metros como máximo, hechas de tubo galvanizado no cincado, teniendo como dimensión 25cm por cada lado de la torre, mientras que en la base debería instalarse un soporte triangular de la misma

medida como también cada tramo debería estar pintado de color rojo y blanco alternadamente, teniendo en cuenta las normas que indica el ministerio de transportes y comunicaciones. Para la estabilidad de las torres instaladas se tiene previsto utilizar templadores que serán de material acerado.

- Cada torre a instalarse deberá de contar con su respectivo pozo a tierra, su pararrayo y su luz de balizaje, debido a los cambios y fenómenos climáticos.

El diseño de red incluye la implementación de 3 torres de antenas, las cuales se ubicarán en dos puntos estratégicos para que la cobertura de red sea de acuerdo a lo planificado.

Tabla 17: Distribución de las antenas del diseño de red

Antenas	Latitud	Longitud	Coordenadas UTM		
			X	Y	Zona
Municipal	-9.322712	-77.603273	9°19'21.8" S	77°36'11.8" W	18S
Repetidora	-9.317758	-77.565922	9°19'03.9" S	77°33'57.3" W	18S
Institución	-9.322722	-77.560339	9°19'21.8" S	77°33'37.2" W	18S

Fuente: Elaboración propia

a) **Instalación de antenas Rocket 5AC Prism Gen 2**

La torre principal estará ubicada en la municipalidad distrital de Marcará, en la cual se ubicará en la parte de la azotea del edificio de 3 pisos, para la cual se realizará un contrato con una operadora una línea de internet de 30 Mb respectivamente.

Para ello se emplearán antenas Rocket 5AC Prism Gen 2 (para la emisión de la señal), ya que por sus características cuenta con una antena plato 5Ghz, con 27dbi de ganancia, marca Ubiquiti, tomando en cuenta que la distancia entre este y la antena repetidora de Atipayán es de 10 km. Por ello es que se tomó la decisión de contar con estos equipos para la conexión de punto a punto.

La geografía de zona hace imposible la conexión directa entre el centro poblado de Vicos y el distrito de Marcará, por lo cual se hace necesaria la presencia de una antena repetidora en el centro poblado de Atipayan en la que se propone instalar la segunda antena Rocket 5AC Prism Gen 2 en la que es ahí donde llega la señal para que desde ahí fuese enviado en un segundo enlace hacia la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia. La instalación de la antena contará con un triángulo para estabilizarla, templadores y todos sus implementos necesarios que aseguren su buen funcionamiento y estabilidad.

b) Punto de recepción y distribución de la red en la I.E. Pedro Pablo Atusparia

El router principal se ubicará en la oficina del área de informática a cargo del personal de soporte técnico, la cual se encontrará conectada a un equipo que tendrá la función de servidor o administrador de red, a su vez el router se conectará a un switch de 24 puertos que se encargará de la distribución de la red cableada a los diferentes equipos existentes dentro de la institución educativa, y finalmente se conectará a un Access point para la distribución de la señal wifi para los dispositivos inalámbricos.

La administración de la red se realizará mediante el software Mikrotik OS que permitirá controlar el acceso a contenido adecuado para los usuarios de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia, a su vez servirá para controlar y limitar el tráfico de datos, y finalmente servirá para la administración de los usuarios permitiendo el acceso únicamente a los equipos registrados en la institución educativa.

4.3.8. Implementación del software de control de red

Para la simulación de la red propuesta se instaló el software base de los equipos Rocket de airLink, los cuales serán instalados en cada una de la antena en sus respectivas

ubicaciones de acuerdo al diseño, se procedió a las configuraciones respectivas para enlazar las 02 antenas respectivas en la simulación.

En la siguiente figura se observa la configuración del Rocket 5AC Prism Gen 2, en modo Punto de Acceso, trabajando con 20Mhz.

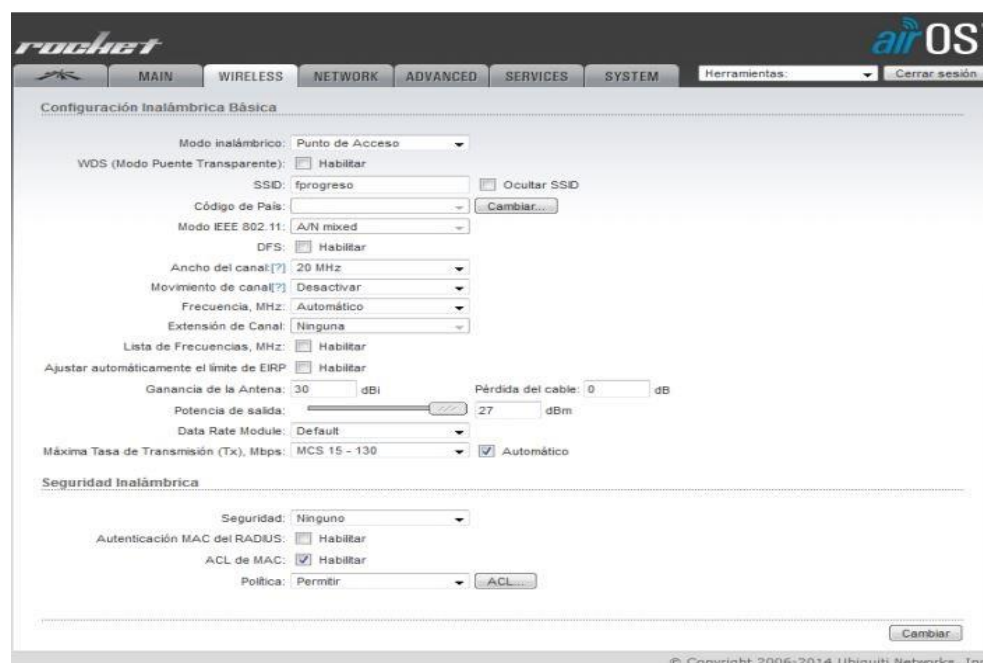


Figura 16: Interface del airOS de los equipos Rocket

Fuente: Elaboración propia

Se configuró la red WAN del Rocket M5, de modo Puente (Bridge), y se configuró la administración de la red con una dirección IP estática: 192.168.1.5, con una máscara de red 255.255. 255.0 y puerta de enlace 192.168.1.1.

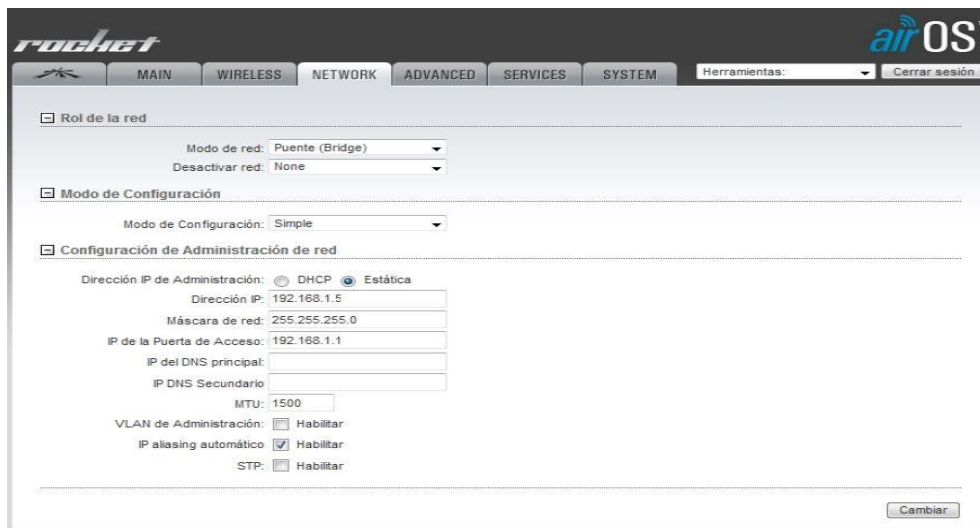


Figura 17: Configuración de IP de los equipos Rocket

Fuente: Elaboración propia

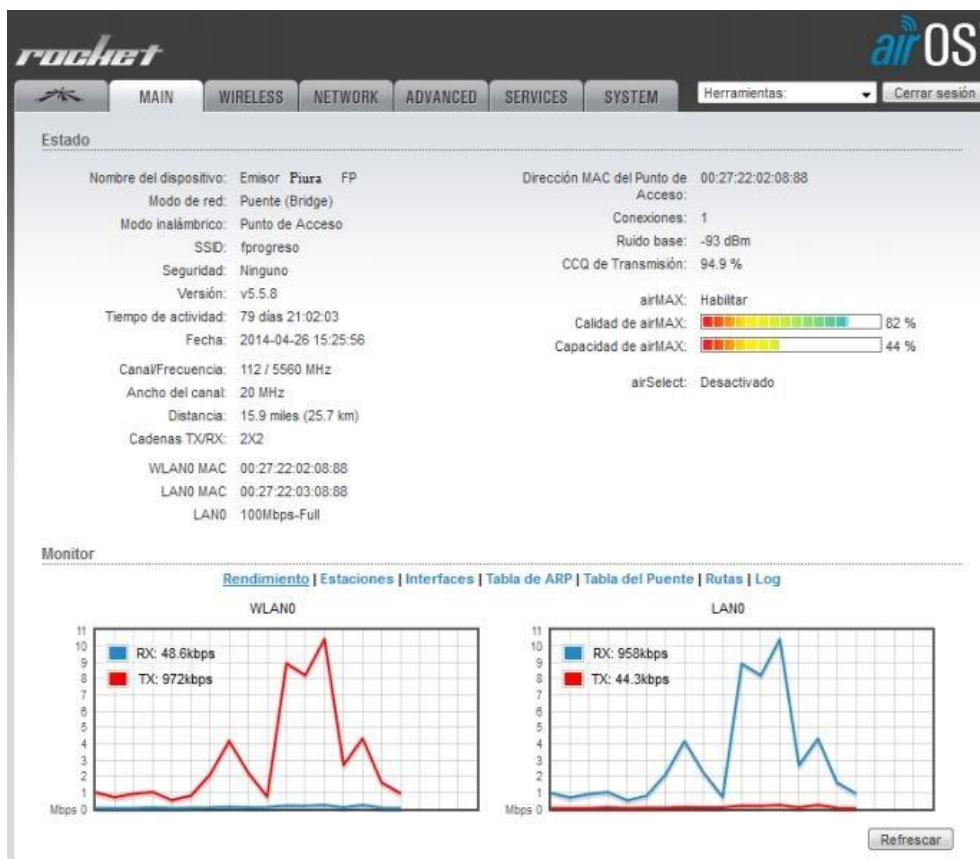


Figura 18: Configuración de IP de los equipos Rocket

Fuente: Elaboración propia

En la figura se observa la transmisión de datos 94.9% con un promedio de calidad del 82% y capacidad del 44%.

En cuanto a la configuración del Mikrotik se tiene que establecer políticas según los requerimientos expuestos anteriormente, para ello se empezara explicando la red que se estableció dentro de la institución educativa.

Se detalla que se enviaría mediante un radioenlace 1 líneas de internet una de 30 Mb, por lo que ya se detalló líneas arriba los requerimientos de la red interna de datos, se va a realizar la configuración de un equipo Mikrotik versión RB750 como balanceador de las líneas de internet, luego se procederá a la configuración de Mikrotik versión RB450G, con el que se pretende administrar la 1 salida de señal inalámbrica para las diferentes oficinas y aulas respectivamente.

Se empleará la administración de la red de internet dentro de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia mediante el uso del software Mikrotik OS por medio del aplicativo WinBox para equipos Windows, el cual será encargado de balancear las líneas de internet de 30 Mb, con el fin de que no existe en algún momento pérdida de señal ya que trabajan simultáneamente que si por ciertas circunstancias no llegase a funcionar una línea seguiría teniendo señal por la otra línea y viceversa.

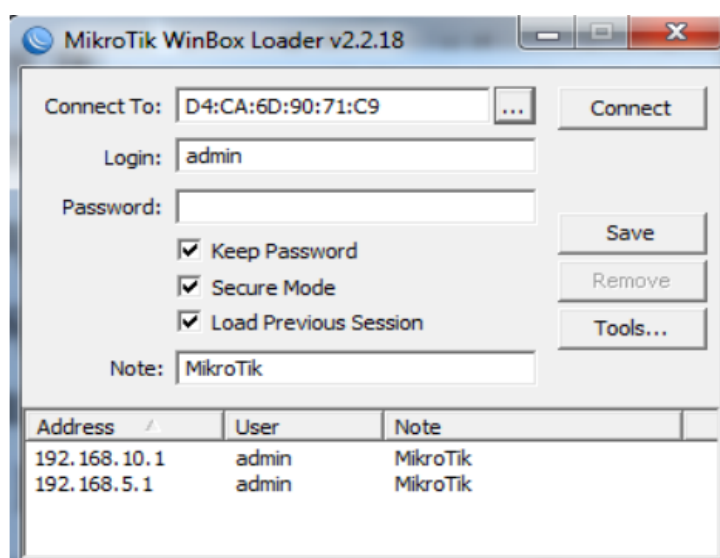


Figura 19: Interfaz de ingreso de Mikrotik OS

Fuente: Elaboración propia

En la figura se observa que para ingresar al panel de configuración primero debemos tener conectado el equipo conectado a una red, luego se le da click al botón de tres puntos suspensivos (...) para escanear la MAC o en todo caso la dirección IP previa configuración del rb750, para la cual el Login por defecto es Admin, luego en click en el botón Connect y se obtendrá la siguiente interface.

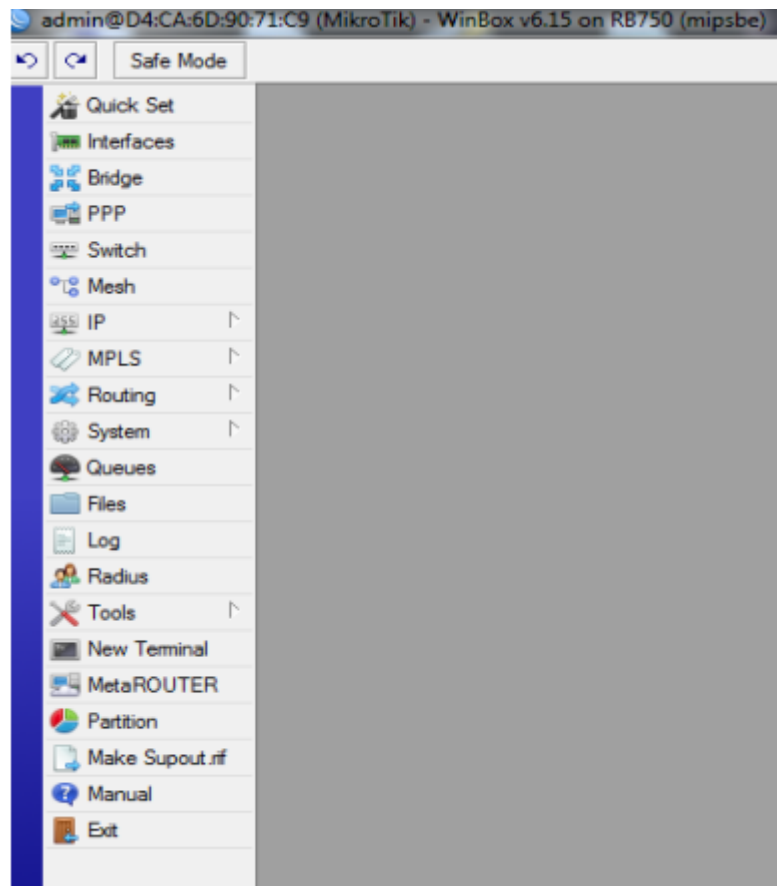


Figura 20: Menú principal de Mikrotik OS

Fuente: Elaboración propia

Las tareas que permite el software Mikrotik OS son:

- Asignación de lista de subredes
- Asignación de nombres a las interfaces
- Asignación de IP al DNS
- Configuración del Router List

- Asignación de NAT a las subredes
- Administrador del balanceo de carga

4.3.9. Pruebas

Las pruebas de simulación se realizarán de acuerdo a los dos sub sistemas que conforman a la red de banda ancha, los simuladores a emplearse son:

- **Acceso a la red de banda ancha**, para ello se empleará el software web AirLink de Ubiquiti, el cual es un software desarrollado para simular el funcionamiento de los equipos airMax.
- **Distribución de la red de banda ancha**, la simulación de este componente se realizará mediante la instalación de dos máquinas virtuales en las cuales se instalará el aplicativo Mikrotik OS para verificar el cumplimiento de los requerimientos.

Las pruebas se realizarán para verificar el funcionamiento de la red diseñada, lo cual brindará la confiabilidad necesaria para su futura implementación en la institución educativa en estudio.

4.3.10. Simulación de la conexión a la red de banda ancha

La simulación de conexión de la red de banda ancha entre la Municipalidad Distrital de Marcará y la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia se realiza mediante la conexión entre una antena transmisora instalada en la Municipalidad distrital de Marcará, una antena repetidora en el centro poblado de Atipayan y una antena receptora colocada en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia.

La conexión entre la Municipalidad Distrital de Marcará y el centro poblado de Atipayan se realiza mediante los equipos ubiquiti que usan la tecnología airMax, los resultados realizados en el aplicativo airLink fueron:

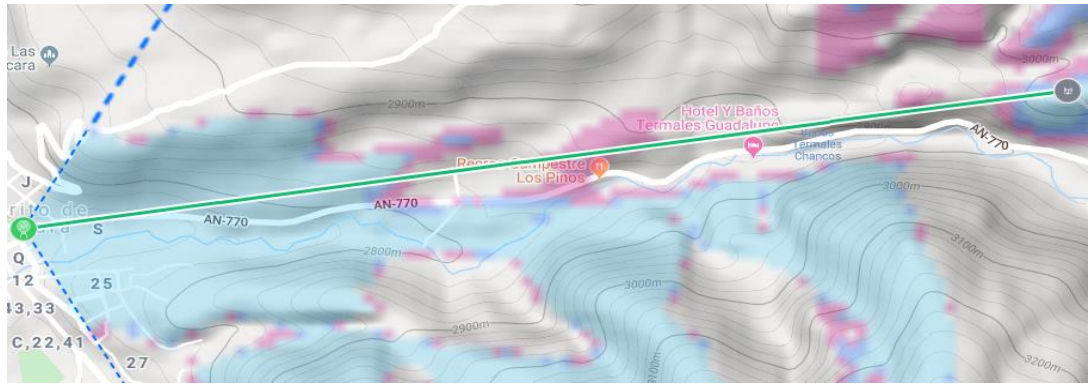


Figura 21: Conectividad entre la antena transmisora y antena repetidora

Fuente: Elaboración propia



Figura 22: Propiedades de la conexión entre la antena transmisora y antena repetidora

Fuente: Elaboración propia

Tal como se observa en las figuras anteriores existe una distancia de 4.18 km entre ambas antenas con una diferencia de altura de 300m, con lo cual se garantiza que la señal llegará a la antena repetidora de manera adecuada.

De manera similar se realizó la simulación de la conexión entre la antena repetidora y la antena receptora de señal en instalada en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia.



Figura 23: Conectividad entre la repetidora y la antena receptora

Fuente: Elaboración propia con AirLink Simulator

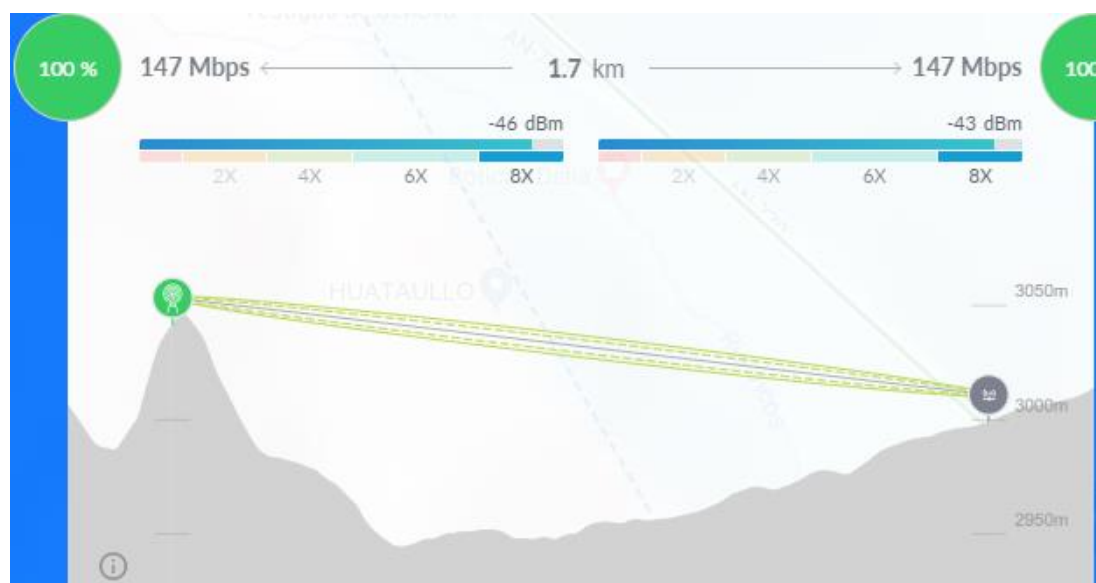


Figura 24: Propiedades de la conexión entre la repetidora y la antena receptora

Fuente: Elaboración propia con AirLink Simulator

En las figuras anteriores se observa la conexión entre la antena repetidora y la antena receptora en la institución educativa Pedro Pablo Atusparia, la cual tiene una distancia de 1.7km, cabe resaltar que la institución educativa se encuentra a una altura menor y que mediante la simulación se garantiza la conexión continua entre ambos equipos.

4.3.11. Proceso de administración de la red en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia

Para la administración de la red se requiere el software MikrotikOS el cual viene como herramienta software al adquirir los equipos descritos previamente, para su configuración tienen que establecer algunas políticas según los requerimientos de la Institución Educativa; así como también un balanceador de carga, WAN, LAN, reglas de firewall, segmentación de la red por usuarios amarrando la MAC IP por usuario, marcado de paquetes (Mangle), Queue (Queue Tree).

Para ello tener en cuenta que se va a contar con 01, antenas de emisión de internet inalámbrica, para la cual serán administradas por el servidor instalado con el fin de conectarse a la antena más cercana de acuerdo a su ubicación del área de trabajo como de la mejor potencia de las antenas emisoras de internet. Las configuraciones desarrolladas fueron:

a) Asignación de direcciones IP

En el menú, opción: IP, opción: Addresses, donde se realizará la configuración de los IP que será nuestra nueva puerta de enlace para la red interna de la empresa, por lo que tiene que ser diferente a la IP de nuestra red WAN (balanceador) (192.168.1.5/24), por lo tanto la nueva la puerta de enlace 192.168.5.1/24 con una máscara de subred 24 que quiere decir 255.255.255.0.

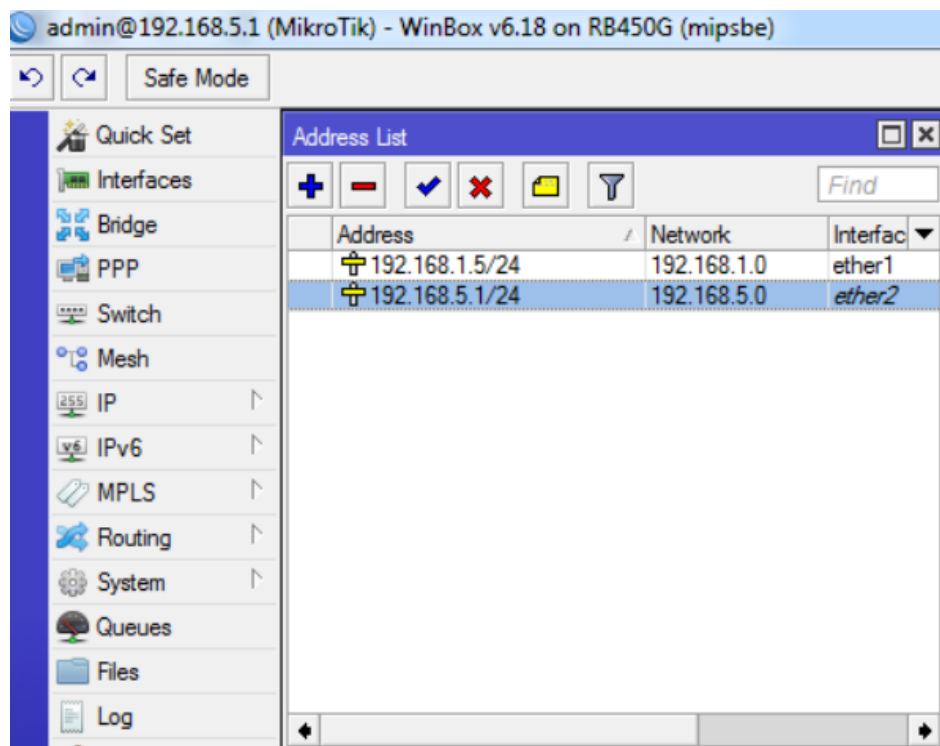


Figura 25: Asignaciones de IP

Fuente: Elaboración propia

b) Configuración de las interfaces puertos

En el menú, opción: Interfaces, donde se realizará la configuración de cada puerto RJ45 de nuestro RB40G, con el fin de asignarle un nombre específico por puerto y su respectivo ancho de banda Tx, Rx (subida y bajada), teniendo en cuenta que en el RB450G se conectarán directamente las 3 antenas emisoras de internet para toda la institución educativa.

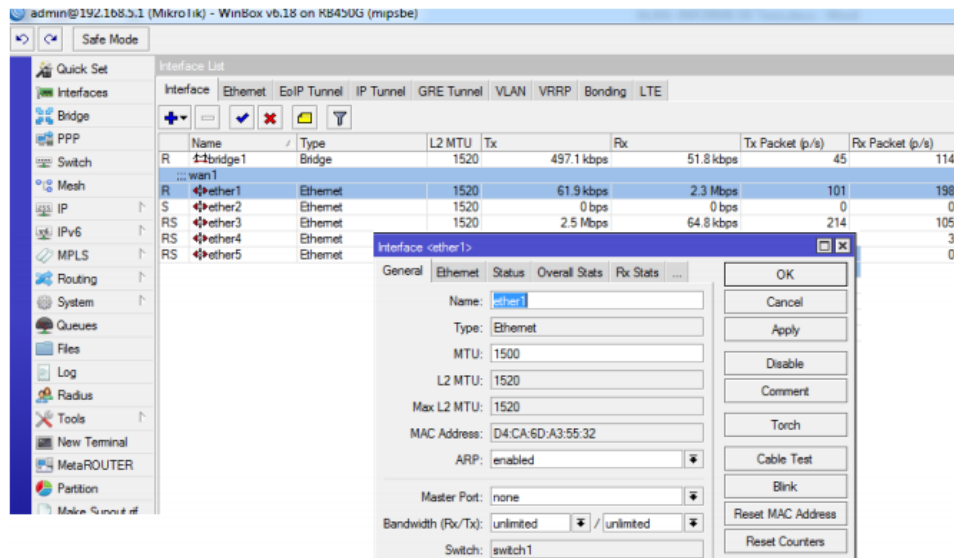


Figura 26: Configuración de las interfaces

Fuente: Elaboración propia

c) Configuración de DNS

En el menú, opción: IP, opción: DNS, aquí se realizará la configuración de los DNS de nuestra puerta de enlace WLAN proveniente del balanceador, como de los DNS con lo que va a trabajar nuestra red interna dentro de la institución educativa.

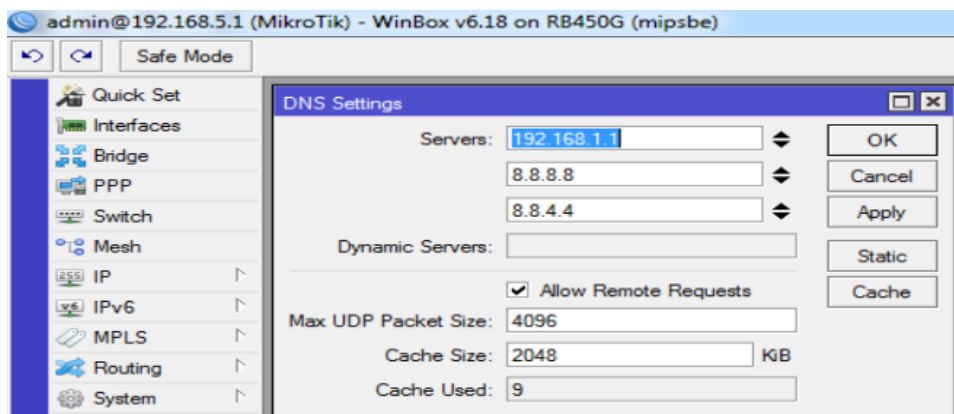


Figura 27: Configuración de DNS

Fuente: Elaboración propia

d) Configuración de DHCP

En el menú, opción: IP, opción: DHCP Server, opción: Network, aquí la configuración del DHCP, se encargará de asignar el IP a los equipos finales de la

empresa IEASAC, de modo automático de acuerdo al rango de IP's en que se establezca dicha red.

Teniendo en cuenta que una vez el equipo tenga una dirección IP de la red interna de la empresa se procede en el Firewall / Addresses List; a asignarle en que segmentación procederá a trabajar de acuerdo a los criterios que se ha tomado que son: Gerencia, Administrativos o Wifi.

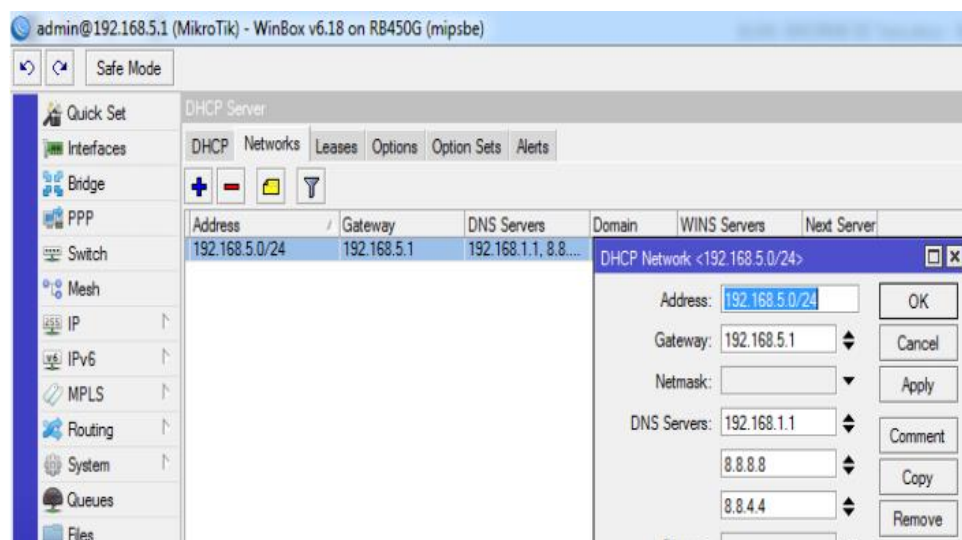


Figura 28: Configuración del servidor DHCP

Fuente: Elaboración propia

e) Configuración del firewall

El Firewall, implementa un filtrado de paquetes y proporciona funciones de seguridad que se utilizan para administrar el flujo de datos internos y externos y todo esto a través del RouterOS, una vez correctamente configurado desempeña un papel clave en la implementación de una estructura de red eficiente y segura.

En el menú, opción: IP, opción: Firewall, aquí la ingresamos a la pestaña Filter Rules, aquí se podrá ingresar los parámetros que nos van a permitir poder restringir paquetes, paginas, detecta ataques como también suprime, etc. Para ello se tiene la acción que consiste en ser aceptada o negada (accept, drop), seguido de la cadena en la que encuentran:

- Input: Todas las conexiones que viene dirigidas al Mikrotik.
- Forward: Todas las conexiones que atraviesan nuestro RB.
- Output: Todas las conexiones que salen de nuestro RB.

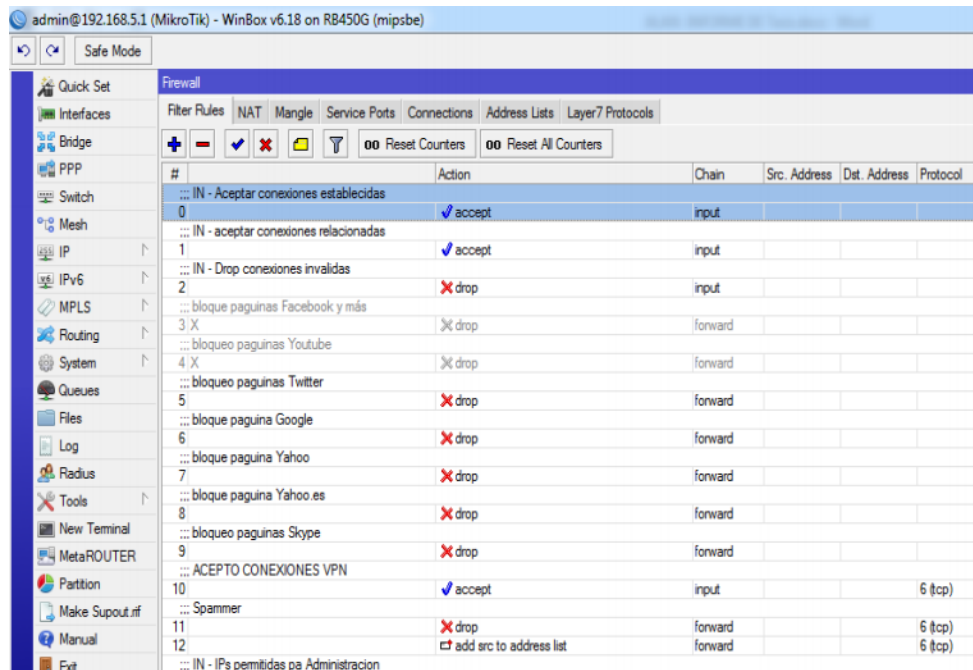


Figura 29: Configuración del firewall

Fuente: Elaboración propia

En la pestaña NAT, es donde se configura el ruteo de las subredes que pasan por el Mikrotik en este caso se trabaja con la acción enmascarar y cadena srcnat, en la que nos permite trabajar con cualquier fuente privada de IP's, dentro de nuestra red y una vez que pasa por el Mikrotik, la sustituye con una dirección pública y viceversa.

En nuestro caso en la configuración del NAT, también se ha configurado el bloqueo de toda página que contenga contenido pornográfico. Para la cual lo que hemos hecho es enlazarla a una dirección IP (OpenDNS), la cual contiene todos los parámetros referidos a la pornografía y así cada vez que se quieren enlazar lo que hace el Mikrotik es ingresar a la dirección busca y verifica y regresa la respuesta.

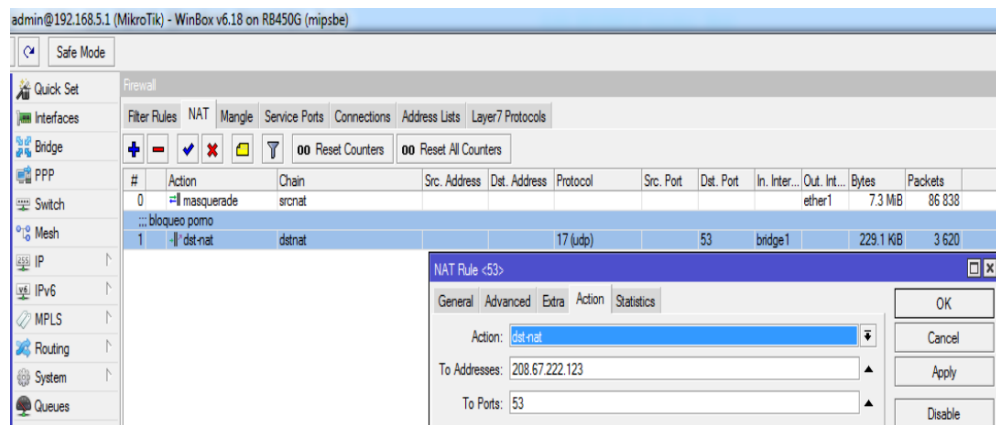


Figura 30: Configuración de bloqueo

Fuente: Elaboración propia



Figura 31: Bloqueo de páginas pornográficas

Fuente: Elaboración propia

4.4. Discusión de resultados

Del objetivo general

Con respecto al objetivo general de desarrollar el diseño de red de radio enlace con tecnología AirMAX para internet de banda ancha en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia - Vicos, 2019, se desarrolló el diseño de una red compuesta por dos módulos, el primero encargado de establecer la conexión de la red de banda ancha entre el router principal de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia con la Municipalidad Distrital de Marcará para proveer internet de alta velocidad a la mencionada institución; por otro lado el segundo módulo corresponde a la distribución y administración de la red de banda ancha dentro de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia, de la cual se realizó una simulación para determinar su funcionamiento y desempeño en la institución educativa; en este sentido es importante resaltar que el diseño fue realizado de manera exitosa y que la simulación se arrojó los resultados esperados de acuerdo al diseño planteado permitiendo la administración de usuarios, la asignación de IP y el control de acceso a las páginas permitidas en la institución educativa.

Estos resultados son contrastados con la investigación realizada por Castillo (2008) quien en su investigación empleó las herramientas software Radio Mobile y Google Earth para el cálculo de los niveles de señal esperados, en base a esto realizó el diseño de la red, eligiendo el equipamiento adecuado que se ajustaba a los requerimientos, de manera análoga en la presente investigación se empleó la herramienta airLink para establecer los nodos de conexión y calcular las diversas características de la señal, así mismo se utilizó Google Earth para determinar el punto de repetición, a su vez estos resultados se contrastan con los hallados por Cevallos (2016) quien en su investigación determinó requisitos (altura de los mástiles, ganancia de las antenas, potencia de los radios, frecuencia, etc.) de cada radioenlace, se determinó la factibilidad de los radioenlaces

obteniendo un ancho de banda de 40 Mbps aproximadamente para cada enlace, y que de aprobarse la implementación del proyecto, se mejorarán los inconvenientes ya que se podrá tener control remoto desde la oficina principal hacia los 3 campamentos; que de manera análoga a la presente investigación se determinaron los equipos y características de la conexión a la red de banda ancha de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia. A su vez se contrastan con los resultados hallados por Farfán (2015) quien en su investigación empleó los equipos y software Mikrotik para la administración de su red interna, por lo cual concluye que beneficiosa y de vital importancia la propuesta de implementación de una red radioenlace y administración con equipos Mikrotik en la empresa Innovación y Ecología Aplicada S.A.C, 2018, lo cual fue empleada para la administración de la red dentro de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia.

Así mismo de acuerdo a Stallings (2004) el objetivo principal de una red es el de compartir recursos e información entre diferentes dispositivos, y tener flexibilidad para así optimizar tareas o procesos que los usuarios realizan; las redes evolucionan para obtener mayor movilidad y/o rendimiento de las tareas; lo cual se logrará tras implementar el diseño planteado, logrando no solo la conexión con la red de banda ancha, sino que también permitirá una adecuada administración de usuarios y de los contenidos a que estos acceden. En cuanto a los radio enlaces, estos son cualquier interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas, los enlaces de larga distancia (también conocido como enlace remoto) es una conexión que usa tecnología inalámbrica (puntos de acceso, ruteadores y computadoras, entre otros) para enlazar equipos que se encuentran distantes; lo cual se logrará mediante la instalación y configuración de los tres puntos descritos en el diseño de red y que permitirán interconectar una red a más de 10km de distancia.

En base a lo descrito se puede afirmar que el diseño de red de banda ancha planteado en la presente investigación permitirá a la institución educativa Pedro Pablo Atusparia el contar con el servicio de internet de banda ancha, el cual beneficiará tanto al personal docente, administrativo y alumno de la mencionada institución debido a que se podrá acceder a material interactivo y recursos multimedia para las actividades de enseñanza aprendizaje, así como también acceder a los sitios del estado como Perú Educa, SIAGIE, Ministerio de Educación, entre otros. El diseño de red planteado no solo conectará a internet de banda ancha a la institución educativa, sino que también permitirá administrar a los usuarios conectados a la red, la velocidad de conexión, la asignación de IP's y los sitios web a los cuales acceder.

De los objetivos específicos

En base al objetivo específico de determinar el nivel de aceptación del personal administrativo y docente de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia sobre el servicio de internet que viene funcionando actualmente en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia; mediante la aplicación de un cuestionario aplicado al personal docente y administrativo de la institución en estudio se determinó que el 53,19% de la población encuestada califica a la red inalámbrica que actualmente vienen funcionando en la institución educativa como regular, mientras que el 46,81% restante la califica como mala. Estos resultados se contrastan con la investigación realizada por Tume (2015) quien determinó que el 98 % de los encuestados manifestaron que sí es necesario una infraestructura tecnológica adecuada para el desarrollo de sus actividades, por lo que se puede concluir que toda entidad busca el bienestar y conformidad de sus empleadores para la realización de sus funciones asignadas; la comunicación por radio enlaces nos permitirá una comunicación estable y confiable con todas las dependencias de la entidad, lo cual fue necesario en la presente investigación. El contar con una línea de internet de

banda ancho permitirá “mejorar la calidad del servicio educativo en la educación secundaria ampliando las oportunidades de aprendizaje de los y las estudiantes de instituciones educativas públicas del nivel secundario, promoviendo el cierre de brechas y la equidad educativa en el país” (JEC PERU EDUCACION, 2015, p. 4) por lo cual se requiere de una mejor conexión que permita acceder a herramientas multimedia diseñadas para el aprendizaje. Es en base a ello que se vio la necesidad de diseñar una red de banda ancha con la tecnología Airmax que permita cubrir las necesidades insatisfechas de la población de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia.

En cuanto al objetivo de identificar las necesidades y requerimientos de los usuarios de internet en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia, se determinó que la red de banda ancha debe de cumplir con una velocidad de 50 mbps, con una velocidad de subida de 1mb/s y de bajada de 6.25 mb/s con una capacidad máxima de 100 usuarios y una red de seguridad WPA2 que funcione dentro de la institución; a su vez dicha red deberá de ser administrada mediante un servidor, el cual a su vez restringirá el acceso a terceros y la accesibilidad a cierto tipo de contenido inadecuado para la institución. Así mismo es necesario señalar que el protocolo AirMax con TDMA es derivado del estándar 802.11, que utiliza las ondas de radio en las frecuencias de 900 MHz, 2,4 GHz, 3 GHz y 5,8 GHz. Pudiendo proporcionar velocidades reales de TCP/IP para exteriores de hasta 150 Mbps en distancias de 50 kilómetros como máximo, el protocolo AirMax fue diseñado teniendo en cuenta la velocidad y la escalabilidad, lo cual cumple con lo requisitos de funcionalidad. En base a lo expuesto se puede afirmar que las especificaciones no solo parten de la conexión de los equipos a la red de banda ancha, sino que también se enfocan en la administración de usuarios y de recursos de red, de manera que el acceso a internet se convierta en una herramienta enriquecedora y no es un factor distractor para los integrantes de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia.

Correspondiente al objetivo específico de establecer el tipo de arquitectura de red a emplearse para internet en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia, se determinó la arquitectura de red, la cual será en base a una red WAN y LAN, la primera de estas permitirá la interconexión entre la Municipalidad Distrital de Marcará y la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia, mientras que la segunda corresponde a la distribución de la red al interior de la institución educativa en estudio. Estos resultados son contrastados con la investigación de Farfán (2018) quien concluye que beneficiosa y de vital importancia la propuesta de implementación de una red radioenlace y administración con equipos Mikrotik en la empresa Innovación y Ecología Aplicada S.A.C, 2018, lo cual se realizó en base a la necesidad no solo de lograr una conexión de banda ancha, sino de una adecuada administración de la red. Es debido a ello que se plantearon dos componentes basados en diferentes arquitecturas que de manera coordinada trabajarán para brindar un internet de banda ancha y un soporte adecuado.

En cuanto al objetivo específico de determinar los componentes hardware y software a emplearse en el diseño de red de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia, en el punto 5.2 Diseño de la estructura de la solución se establecieron cuáles son los equipos necesarios para la implementación de la red, así mismo se determinó el uso de los software AirOS y Mikrotik Router OS, el primero para la conexión con la Municipalidad Distrital de Marcará, y el segundo para la administración de la red dentro de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia. Estos resultados son contrastados con la investigación realizada por Farfán (2018) el cual empleó ambas soluciones para crear una red estable y altamente funcional, y que cumple con las necesidades de los usuarios. En este sentido es preciso señalar que las instituciones educativas JEC deben de emplear los servicios de Tecnologías de Información para el desarrollo de las clases, por lo cual es necesario

administrar los usuarios y a su vez restringir el acceso a contenido inadecuado para los alumnos de educación secundaria.

Finalmente, en lo que respecta al objetivo específico de detallar las características de la implementación del radio enlace con tecnología AirMAX para internet de banda ancha en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia, se realizó en base a las especificaciones y diseño correspondiente, simulándose las redes y logrando resultados adecuados en cuanto al funcionamiento. Respecto a ello Cruzado (2017) concluye en su investigación que la propuesta de una nueva alternativa para el servicio de internet, mediante una red de datos con radio enlace, gestionada por la Municipalidad del distrito de Independencia – Huaraz, es beneficioso para los Centros Educativos Rurales, ello debido a que las alternativas de cableado e internet satelital no son tan fiables como la red mediante radioenlaces, las simulaciones permitieron verificar la conexión y la administración de los recursos de red en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES

- 1) Se desarrolló una propuesta de red inalámbrica basada en radio enlace para proveer de internet de banda ancha a la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia, la cual se realizará mediante Ubiquiti Airmax y Mikrotik, tanto para la conexión a banda ancha y administración de la red.
- 2) Se determinó el nivel de aceptación de la red actual por parte del personal docente y administrativo de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia, hallándose que el 53,19% la califica como regular, y el 46,81% restante la califica como mala.
- 3) Se identificaron como requerimientos que se debe de cumplir con una velocidad de 50 Mbps, con una velocidad de subida de 1mb/s y de bajada de 6.25 mb/s con una capacidad máxima de 100 usuarios y una red de seguridad WPA2 que funcione dentro de la institución; a su vez dicha red deberá de ser administrada mediante un servidor, el cual a su vez restringirá el acceso a terceros y la accesibilidad a cierto tipo de contenido inadecuado para la institución. La arquitectura radio enlace constará de una red inalámbrica la interconexión a la municipalidad distrital de Marcará conectada a una red alámbrica para la administración de la red dentro de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia.
- 4) En el diseño de la estructura de la solución se establecieron cuáles son los equipos necesarios para la implementación de la red, así mismo se detalló el uso del software AirOS y Mikrotik Router OS, el primero para la conexión con la Municipalidad Distrital de Marcará, y el segundo para la administración de la red dentro de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia. Se realizó el diseño de la red inalámbrica basada en radio enlace con tecnología AirMAX en base a las especificaciones y diseño correspondiente, simulándose las redes y logrando resultados adecuados en cuanto al funcionamiento.

CAPÍTULO VI.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda una evaluación por parte de las autoridades municipales para implementar la propuesta planteada en la presente investigación con la finalidad de dotar de un servicio de internet de banda ancha a la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia y otras aledañas.
- Implementar y operar constantemente los filtros de control, debido a que se busca que el uso de internet sea productivo para las labores administrativas y educativas, y no se conviertan en un factor distractor.
- Realizar capacitaciones al personal docente y administrativo de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia en el aprovechamiento de las tecnologías de información y comunicación dentro de los procesos educativos y administrativos.
- Se recomienda realizar este tipo de investigaciones, para promover la inclusión digital a las zonas rurales, lo cual beneficia a la población tanto en su desarrollo académico como en lo social.

CAPÍTULO VII.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albornoz, J. (2014). *Radioenlaces Digitales* (E. A. Española, Ed.). España.
- Carballar, J. (2010). *Wi Fi - Lo que necesita conocer*. España: RC Libros.
- Castillo Orihuela, J. M. (2008). *Diseño de una Red Inalámbrica de Banda Ancha para un Entorno Rural*.
- Cevallos Cadena, C. (2016). *Estudio de factibilidad de un sistema de radioenlaces para interconectar varias filiales de la empresa Negobian S.A.* Universidad de Guayaquil.
- Cortes Jaramillo, F. (2014). *Diseño, instalación y gestión de radioenlaces para la empresa Towering. SAS* (Universidad de Nariño). Recuperado de <https://www.bps.go.id/dynamictable/2018/05/18/1337/persentase-panjang-jalan-tol-yang-beroperasi-menurut-operatornya-2014.html>
- Cruzado Coronel, W. (2017). *Propuesta de una nueva alternativa para el servicio de internet, mediante una red de datos con radio enlaces para los centros educativos rurales, gestionada por la Municipalidad del Distrito de Independencia - Huaraz, 2017*. Universidad los Ángeles de Chimbote.
- Diario Oficial El Peruano. (2021). *MTC Resuelve contrato de concesión de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica*. 2Noticias de Economía. <https://elperuano.pe/noticia/124596-mtc-resuelve-contrato-de-concesion-de-la-red-dorsal-nacional-de-fibra-optica>
- Estadística de la calidad educativa. (2018). Estadística en Línea de Servicios Educativos. Recuperado de <http://escale.minedu.gob.pe/padron-de-iiiee>
- Farfán Zeta, A. (2018). *Propuesta de implementación de una Red Radioenlace y Administración con equipos MIKROTIK en la Empresa Innovación y Ecología Aplicada*

- S.A.C. - Piura; 2018. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.
- Fernández García, L., & Sánchez Quispe, P. (2014). *Servicio de internet mediante Fibra Óptica y Radio Enlace en la Institución Educativa Túpac Amaru del Distrito de Palca - Huancavelica* (Universidad Nacional de Huancavelica). Recuperado de <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/362/TP - UNH DERECHO 0009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fondo de inversión en telecomunicaciones. *Proceso de Promoción de la Inversión Privada de los Proyectos de Banda Ancha para la Conectividad Integral y Desarrollo Social de las Regionales.*, (2017).
- Gallardo, E. (2017). *Metodología de la investigación* (U. Continental, Ed.). Huancayo.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed). México D.F.: McGraw-Hill.
- Herrera Pérez, E. (2010). *Tecnologías y redes de transmisión de datos* (G. Editor, Ed.). México: Limusa S.A.
- Huidobro Moya, J., & Luque Ordoñez, J. (2011). *Comunicaciones por radio Tecnologías, redes y servicios de radiocomunicaciones* (1era Edici). Madrid, España.
- Jara, J., Quintero, J., & Alejandro, A. (2014). *Proyecto para el diseño e implementación de una red lan para el banco nacional* (Universidad de Santo Tomas). Recuperado de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/741/PROYECTO PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA RED LAN PARA EL BANCO NACIONAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- JEC PERU EDUCA. (2015). Boletín informativo N° 1 JEC. Recuperado de Ministerio de educación [website: jec.perueduca.pe/wpcontent/uploads/2015/04/Boletin_JEC_2015_2.pdf](http://www.jec.perueduca.pe/wpcontent/uploads/2015/04/Boletin_JEC_2015_2.pdf)
- López León, M., & Saladrigas Medina, H. (2016). Las TIC: Un nuevo escenario para el desarrollo local de las comunidades. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el*

- Caribe, España y Portugal*, 10(1012–1587), 71–94. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/310/31048901005/>
- Marín, R., Zapata, S., & Gómez, F. (2007). Protocolo seguro para autenticación rápida en EAP. *IEEE*, 5, 486–493. Recuperado de http://www.ewh.ieee.org/reg/9/etrans/ieee/issues/vol05/vol5issue6Oct.2007/5TLA6_15Marin.pdf
- MINEDU. (2014). Resolución Ministerial N° 301-2014. Recuperado de http://jec.perueduca.pe/?page_id=3436%0D
- Pérez Marqués, G. (2012). Impacto de las TIC en la educación: Funciones y limitaciones. *Editada por Área de Innovación y Desarrollo, S.L.* Recuperado de <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2013/01/impacto-de-las-tic.pdf>
- Ríos Goycochea, O. (2018). *Implementación de una red de datos con cableado estructurado para la Empresa Servicios Generales Mecánicos Unidos S.R.L. - Huarmey; 2018.* Universidad Los Ángeles de Chimbote.
- Salazar, J. (2017). *Redes inalámbricas.* Madrid.
- Stallings, W. (2004). *Comunicaciones y redes de computadoras* (7ma ed.). México: Pearson Educación.
- Tamayo y Tamayo, M. (2012). *El proceso de la investigación científica* (E. Limusa, Ed.). Mexico.
- Tanenbaum, A., & Wetherall, D. (2012). *Redes de computadoras.* México: Pearson Educación.
- Tume Amaya, K. (2015). *Diseño para la implementación de radio enlaces en la Municipalidad Provincial de Sechura; 2015.* (Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote). Recuperado de http://tesis.usat.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/114/1/TL_Chavarry_Sandoval_Carlos.pdf
- Zepeda, D. (2013). Diseño de las Redes LAN Introducción a las Redes. Recuperado de <http://www.peri.net.ni/pdf/docLAN/PresentacionII.pdf>

ANEXOS

**ANEXO 1: ENCUESTA SOBRE LA RED DE INTERNET EN LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA DE JORNADA ESCOLAR COMPLETA PEDRO PABLO ATUSPARIA,
VICOS - MARCARÁ, 2019**

La presente encuesta permitirá el desarrollo de una “Propuesta de radio enlace con tecnología AirMAX para proveer internet de banda ancha a la institución educativa Pedro Pablo Atusparia”, por lo que se requiere evaluar el funcionamiento de la red actual y determinar aquellos aspectos que son esenciales para el funcionamiento de la red de internet; por ello usted deberá de constar todas y cada una de las preguntas de la presente encuesta de acuerdo a su percepción propia sobre la red que viene funcionando actualmente.

No existen respuestas erradas o incorrectas, sírvase de contestar cada uno de los enunciados como usted considere conveniente.

Nº	Enunciado	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
SERVICIOS						
1	La red de internet se encuentra accesible para varios dispositivos (celulares, tablets, laptops, TV, etc.)	1	2	3	4	5
2	La red inalámbrica (WiFi) tiene un buen alcance dentro de las instalaciones de la Institución Educativa.	1	2	3	4	5
3	La red de internet se encuentra disponible todo el tiempo para el personal autorizado (docentes y personal administrativo).	1	2	3	4	5
4	La red de internet tiene una buena velocidad de conexión y permite el desarrollo de las actividades.	1	2	3	4	5
5	La red de internet soporta que todos los usuarios puedan conectarse de manera simultánea.	1	2	3	4	5
6	La red de internet solo permite acceso a sitios permitidos, restringiendo su mal uso	1	2	3	4	5
IMPLEMENTACIÓN						
7	La red actual sirve de manera adecuada en el desarrollo de actividades cumpliendo con las necesidades de conectividad.	1	2	3	4	5

8	Los dispositivos que permiten la transmisión de datos (que sirven para brindar señal de internet) se encuentran ubicados en zonas estratégicas y adecuadas.	1	2	3	4	5
9	Los puntos de acceso (zonas de conexión WiFi, puntos donde se encuentran los cables UTP) se encuentran estratégicamente ubicados.	1	2	3	4	5
10	Existe una zona de administración de redes adecuadamente equipada.	1	2	3	4	5
11	Los equipos que permiten la conexión de internet son modernos y funcionales.	1	2	3	4	5
12	La administración de redes se realiza mediante un sistema.	1	2	3	4	5
CAPACITACIÓN						
13	Se realizan acciones de sensibilización sobre el uso adecuado de los equipos de internet.	1	2	3	4	5
14	La institución educativa cuenta con políticas o normas adecuadas sobre el uso de internet.	1	2	3	4	5
15	El personal del área de tecnologías de información orienta de manera activa al personal docente y administrativo	1	2	3	4	5
16	El área de informática desarrolla manuales y folletos sobre la resolución de ciertos problemas en la conexión a internet.	1	2	3	4	5
17	Se cuenta con manuales e instructivos sobre el uso y mantenimiento de los equipos de red.	1	2	3	4	5
18	Se cuenta con una lista de sitios permitidos para acceder dentro de la institución educativa	1	2	3	4	5
19	Se realizan acciones de capacitación sobre la conexión y uso de internet.	1	2	3	4	5
20	El personal del área de informática se capacita y solventa las dudas existentes sobre la red de internet.	1	2	3	4	5
21	El personal de la institución educativa es capaz de resolver algunos inconvenientes con el servicio de internet.	1	2	3	4	5
FUNCIONAMIENTO						
22	La red de internet es de fácil acceso y manejo.	1	2	3	4	5
23	El personal encargado de la red de internet soluciona adecuadamente los problemas relacionados a la red de internet.	1	2	3	4	5

24	El personal docente y administrativo trabaja sin problemas con los servicios de internet	1	2	3	4	5
25	El personal encargado de la red de internet realiza la inspección y el mantenimiento preventivo de las redes de internet.	1	2	3	4	5
26	Los equipos que funcionan para la conexión de internet se encuentran en buenas condiciones.	1	2	3	4	5
27	Se cuenta con un cronograma de mantenimiento, para no afectar las labores del personal de la institución educativa	1	2	3	4	5
28	Existe una adecuada atención de presentarse necesidades relacionadas al servicio de internet.	1	2	3	4	5
29	El personal del área de tecnologías de información sabe explicar los problemas presentados a fin de evitar su reaparición	1	2	3	4	5
30	La empresa proveedora de servicios de internet (Movistar) responde a manera rápida de presentarse algún inconveniente con la red.	1	2	3	4	5

ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables y dimensiones	Metodología
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿La Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia - Vicos, para la gestión académica, no tiene acceso a internet de banda ancha?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Proponer el radio enlace con tecnología AirMAX para internet de banda ancha en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia – Vicos.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>Objetivo específico 1: Determinar el nivel de aceptación del personal administrativo y docente de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia sobre el servicio de internet que viene funcionando actualmente en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia.</p> <p>Objetivo específico 2: Identificar las necesidades y requerimientos de los usuarios de internet en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>La presente investigación es de carácter propositivo y se realiza el diseño de red, por lo que esta investigación se limita a no contemplar la implementación ni las pruebas de funcionamiento de la red planteada.</p>	<p>VARIABLE</p> <p>VI: Red LAN</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Servicios • Implementación • Capacitación • Funcionamiento <p>VD: Red inalámbrica de banda ancha</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación y descripción de requerimientos • Identificación de las necesidades de los usuarios • Diagnóstico de la situación actual 	<p>Tipo de Investigación</p> <p>Cuantitativa</p> <p>Nivel de Investigación</p> <p>Descriptiva</p> <p>Diseño de la Investigación</p> <p>No experimental de corte transversal</p> <p>Población</p> <p>Personal administrativo y docentes de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia que labora en el año 2019.</p>

	<p>Objetivo específico 3: Detallar las características de la implementación del radio enlace con tecnología AirMAX para internet de banda ancha en la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Arquitectura tecnológica de la solución • Diseño de la estructura de la solución • Diseño de la red interna de la institución • Descripción de la construcción • Implementación del software de control de red • Pruebas • Simulación de la conexión a la red de banda ancha • Simulación de la distribución de la red en la Institución 	<p>Muestra Personal administrativo y docentes de la Institución Educativa Pedro Pablo Atusparia que labora en el año 2019.</p>
--	--	--	---	---

Elaborado por : Bach. Juan Carlos Coletto Herrera

Asesor : Ing° Luis Ruperto Alvarado Cáceres



ANEXO 3: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Medición
Red LAN	Los sistemas de transmisión inalámbrica basada en radioenlaces tienen como finalidad la transmisión punto a punto de grandes volúmenes de información sobre grandes distancias, la capacidad del canal inalámbrico para transportar información dependerá de su ancho de banda, el cual a su vez es función de la frecuencia de operaciones del sistema (Albornoz, 2014).	La instalación de una red de banda ancha por medio de una red inalámbrica debe de contemplar la definición de sus servicios y los componentes necesarios para su funcionamiento, además de detallar el proceso de implementación y capacitación (Fondo de inversión en telecomunicaciones, 2017).	Servicios	Accesibilidad	Escala valorativa con niveles de respuesta: Muy en desacuerdo, en desacuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, de acuerdo y muy de acuerdo.
				Especificaciones	
			Implementación	Distribución de red	
				Centro de Operaciones del Red de Acceso	
			Capacitación	Sensibilización y difusión	
				Elaboración de contenidos	
				Proceso de capacitación	
			Funcionamiento	Operación	
				Mantenimiento	
				Atención a usuarios	
Red inalámbrica de banda ancha	El protocolo AirMax fue diseñado teniendo en cuenta la velocidad y la escalabilidad., por lo que esta tecnología soluciona con un menor costo los problemas de conectividad a	Comprende el procedimiento de diseño de redes, partiendo de la identificación de requerimientos, elaboración de diseño y la simulación de la red.	Identificación y descripción de requerimientos	Desarrollo de la propuesta	Descripción del desarrollo de la propuesta
			Identificación de las necesidades de los usuarios	Desarrollo de la propuesta	
			Diagnóstico de la situación actual	Desarrollo de la propuesta	

grandes distancias así como también cuando se presentan accidentes geográficos que imposibilitan el cableado de fibra óptica con una mayor velocidad de las redes de tipo satelital.			Arquitectura tecnológica de la solución	Desarrollo de la propuesta
			Diseño de la estructura de la solución	Desarrollo de la propuesta
			Diseño de la red interna de la institución	Desarrollo de la propuesta
			Descripción de la construcción	Desarrollo de la propuesta
			Implementación del software de control de red	Desarrollo de la propuesta
			Pruebas	Desarrollo de la propuesta
			Simulación de la conexión a la red de banda ancha	Desarrollo de la propuesta
			Simulación de la distribución de la red en la Institución	Desarrollo de la propuesta

ANEXO 4: MATRIZ DE RESULTADOS

DIM	Red inalámbrica de banda ancha																																								
	Servicios						Implementación						Capacitación						Funcionamiento																						
Item																																									
1	2	2	2	1	3	3	13	1	2	2	1	2	1	2	10	1	1	2	3	2	3	2	2	2	2	2	19	1	2	2	1	3	3	2	2	1	2	18	1	60	1
2	3	3	3	3	4	3	19	2	4	3	3	3	3	3	19	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	24	2	3	3	3	3	4	3	3	3	4	29	2	91	2	
3	3	3	3	4	4	3	20	2	3	4	2	3	2	3	17	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3	22	2	3	2	3	3	3	3	4	3	3	27	2	86	2	
4	2	2	3	3	3	2	15	2	3	3	2	2	3	4	17	2	3	3	3	4	4	4	4	3	3	30	2	3	3	3	4	4	3	3	3	3	29	2	91	2	
5	1	2	1	2	3	2	11	1	3	2	2	2	2	2	13	1	2	1	3	3	2	2	1	2	1	17	1	2	1	2	3	2	3	2	2	2	19	1	60	1	
6	3	4	3	4	3	3	20	2	3	4	3	3	2	2	17	2	3	3	3	2	3	3	2	2	3	24	2	3	3	4	4	3	3	4	2	3	29	2	90	2	
7	2	2	3	3	3	2	15	2	2	3	3	2	2	1	13	1	2	2	2	1	2	1	1	3	2	16	1	2	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	66	1	
8	1	2	2	1	3	3	12	1	2	3	1	1	1	2	10	1	2	1	3	3	2	3	1	1	2	18	1	2	2	1	3	3	2	2	1	2	18	1	58	1	
9	3	3	3	3	4	4	20	2	3	3	3	3	3	3	18	2	3	3	3	4	3	3	3	4	1	27	2	1	3	2	2	3	3	2	2	3	21	2	86	2	
10	1	2	2	1	3	3	12	1	2	2	2	1	2	11	1	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	21	2	2	2	1	3	3	2	2	1	2	18	1	62	1	
11	1	2	1	2	3	2	11	1	3	2	2	2	1	2	12	1	2	1	3	3	2	3	1	1	1	17	1	2	2	1	3	3	2	3	1	1	18	1	58	1	
12	3	4	3	3	3	4	20	2	3	3	4	3	1	2	16	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	21	2	3	3	3	4	3	3	3	4	29	2	86	2		
13	3	3	3	3	3	4	19	2	3	3	3	4	3	4	20	2	3	4	3	3	3	4	3	3	3	29	2	3	3	4	3	2	2	2	4	2	25	2	93	2	
14	2	2	3	3	3	4	17	2	4	3	3	4	3	3	20	2	3	3	3	4	3	3	3	4	4	30	2	3	3	1	3	2	3	3	1	1	20	1	87	2	
15	2	2	2	1	3	3	13	1	2	2	1	2	3	3	13	1	3	2	2	3	3	2	2	3	1	21	2	2	2	1	3	3	2	2	1	1	17	1	64	1	
16	1	2	3	2	3	3	14	2	3	2	3	2	3	2	15	2	3	3	2	2	2	2	2	1	3	21	2	4	3	4	3	3	3	4	3	3	30	2	80	2	
17	2	2	2	1	2	2	11	1	2	3	1	2	3	3	14	2	3	4	4	3	3	4	2	3	3	29	2	3	2	3	3	3	3	4	3	3	27	2	81	2	
18	2	2	2	1	3	3	13	1	2	2	1	2	1	3	11	1	2	1	2	2	3	2	1	1	3	17	1	2	3	2	3	3	3	3	3	24	2	65	1		
19	3	3	2	3	3	3	17	2	3	4	3	3	3	3	19	2	3	4	4	3	3	4	2	3	2	28	2	2	3	3	3	4	4	3	3	4	29	2	93	2	
20	1	2	2	1	3	3	12	1	2	3	1	1	1	1	9	1	3	2	2	3	3	2	2	3	2	22	2	2	2	1	3	3	2	2	1	2	18	1	61	1	
21	2	2	2	2	3	2	13	1	2	3	2	3	3	3	16	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	20	1	2	2	2	3	2	2	3	2	2	1	69	1		
22	1	2	1	2	3	2	11	1	3	2	2	2	1	2	12	1	2	1	3	3	2	2	1	2	1	17	1	2	3	2	2	2	3	2	2	2	21	2	61	1	
23	3	3	2	3	3	3	17	2	3	4	3	3	4	3	20	2	3	1	3	2	3	3	1	1	3	20	1	3	2	3	3	3	4	3	3	27	2	84	2		
24	2	2	3	2	2	3	14	2	3	3	2	3	4	3	17	2	3	4	3	3	4	3	3	2	28	2	2	3	3	3	4	4	3	3	4	29	2	88	2		
25	2	2	2	3	3	3	15	2	2	3	3	2	3	3	16	2	2	3	3	2	2	3	2	3	3	23	2	3	3	4	4	3	3	4	2	3	29	2	83	2	
26	1	1	2	1	2	2	9	1	2	2	1	2	3	2	12	1	1	2	2	2	3	2	2	2	2	18	1	2	2	1	2	2	2	3	1	2	17	1	56	1	
27	3	3	3	3	4	3	19	2	4	3	3	3	3	3	19	2	2	3	3	2	2	3	3	3	2	23	2	2	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	84	2	
28	2	1	2	2	3	1	11	1	3	3	1	3	2	2	14	2	3	3	1	3	1	2	3	2	3	21	2	3	3	2	2	3	2	2	2	3	22	2	68	1	
29	3	3	2	2	2	3	15	2	2	3	2	3	2	2	14	2	3	3	3	4	4	3	3	4	3	30	2	3	3	4	4	3	3	4	2	3	29	2	88	2	
30	2	2	2	2	2	1	11	1	2	2	2	2	1	2	11	1	2	1	3	3	2	3	1	1	1	17	1	2	1	2	3	2	3	2	2	2	19	1	58	1	
31	3	3	3	3	3	4	19	2	3	3	4	3	3	2	18	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	23	2	3	3	4	4	3	3	4	2	3	29	2	89	2	
32	2	1	2	2	2	1	10	1	2	1	1	3	1	2	10	1	1	2	3	2	3	2	2	2	3	20	1	2	1	2	2	3	2	2	2	2	1	58	1		
33	1	2	1	2	3	2	11	1	3	2	2	2	1	2	12	1	3	2	2	2	3	2	3	2	1	20	1	2	2	1	3	3	2	3	1	1	18	1	61	1	
34	1	3	3	3	3	2	15	2	3	3	3	2	2	3	16	2	3	1	3	2	3	3	1	1	2	19	1	1	3	3	1	1	3	3	1	3	19	1	69	1	
35	3	3	3	4	4	3	20	2	3	4	3	4	1	2	17	2	2	1	3	3	2	2	1	2	3	19	1	3	3	3	4	3	4	3	3	2	28	2	84	2	
36	3	3	3	3	4	3	19	2	4	3	3	3	2	2	17	2	3	2	3	3	2	2	3	3	3	25	2	4	3	4	3	3	3	4	3	3	30	2	91	2	
37	3	2	2	3	2	2	14	2	3	2	3	2	3	3	16	2	3	3	4	4	3	3	3	3	2	28	2	2	3	3	4	4	3	3	4	29	2	87	2		
38	3	3	3	3	4	3	19	2	4	3	3	3	3	3	19	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	27	2	3	2	3	3	2	2	3	2	3	2	88	2		
39	3	1	3	1	3	3	14	2	3	2	1	3	1	3	13	1	3	3	3	1	1	3	2	3	1	20	1	3	3	2	2	1	3	1	2	2	19	1	66	1	
40	3	3	2	3	3	3	17	2	3	4	3	3	2	3	18	2	2	2	3	3	2	2	2	3	1	20	1	2	3	2	3	3	3	2	3	2	2	78	2		
41	1	2	1	2	3	2	11	1	3	2	2	2	2	2	13	1	3	2	2	2	3	2	2	3	2	21	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	67	1	
42	3	2	3	2	2	2	14	2	3	3	4	3	3	3	19	2	2	3	4	3	3	3	4	3	2	27	2	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	25	2	85	2
43	3	3	2	2	2	3	15	2	2	3	2	3	3	4	17	2	3	3	4	3	3	4	3	3	3	29	2	3	3	4	4	3	3	4	2	3	29	2	90	2	
44	1	2	1	2	3	3	12	1	3	2	3	2	3	2	15	2	3	2	3	2	3	2	3	2	1	21	2	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	69	1	
45	2	2	2	3	4	3	16	2	3	4	3	3	3	3	19	2	3	3	3	4	3	3	3	4	2	28	2	2	3	3	3	2	3	3	2	2	2	86	2		
46	2	2	2	2	2	2	12	1	1	3	2	3	1	3	13	1	3	3	3	2	1	3	3	2	1	21	2	1	3	3	2	2	1	3	2	1	19	1	65	1	
47	1	2	1	2	2	2	10	1	1	2	1	1	1	2	8	1	2	1	3	3	2	2	1	2	2	18	1	2	2	1	3	3	2	2	1	2					