



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
SISTEMAS**

**TRABAJO DE INVESTIGACION:
ANALISIS DE LAS TECNOLOGIAS DE REDES
INALAMBRICAS WIMAX Y WIFI PARA CENTROS
POBLADOS RURALES EN EL DEPARTAMENTO DE
HUANUCO**

**PARA OPTAR EL GRADO DE BACHILLER EN
INGENIERIA DE SISTEMAS**

**Autor:
RODRÍGUEZ VILA RAINER CARUSSO**

**Asesor:
DR. RAMOS MOSCOL MARIO FERNANDO**

**Línea de Investigación:
INFRAESTRUCTURA, TECNOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE**

**Pimentel – Perú
Año 2020**

DEDICATORIA

A mi familia, que siempre me brindó el apoyo para seguir en el camino de la lucha y el esfuerzo, con el afán de convertirme en un profesional.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Señor de Sipán, mi casa de estudio, por permitirme la Experiencia de vida y de aprendizaje universitario durante los años de Estudio.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, por impartir valiosos conocimientos en mi carrera profesional

INDICE

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	10
1.1 Situación Problemática.....	10
1.1.1 Entidades Públicas.....	11
1.1.2 Sector privado.....	12
1.2 Formulación del problema	13
1.3 Delimitación de la Investigación	13
1.4 Justificación e Importancia de la Investigación	13
1.4.1 Justificación Teórica	13
1.4.2 Justificación Social	14
1.5 Limitaciones de la Investigación.....	14
1. 6 Objetivos de la Investigación.....	15
1.4.1 Objetivos generales.....	15
1.4.2 Objetivos específicos	15
CAPÍTULO II: MARCO TEORICO	16
2.1 Antecedentes de Estudio	16
2.2 Estado del arte	21
2.3 Bases teóricas científicas	22
2.3.1 Tecnologías inalámbricas.....	22
2.3.2 Redes Inalámbricas.....	24
2.3.3 Tecnología Wi-Fi.....	24
2.3.4 Estándares	25
2.3.5 Estándar IEEE 802.11 AC	27
2.3.7 Ventajas WIFI 802.11 ac	28
2.3.8 Desventajas WIFI 802.11 ac	29
2.3.9 Funcionamiento de la tecnología Wifi 801.11 ac	29

2.3.10	Arquitectura	30
2.3.11	Bandas de frecuencia.....	30
2.3.12	Técnicas Y Velocidades De Transmisión.....	30
2.3.13	OFDM.....	31
2.3.14	Ancho de Banda del Canal	31
2.3.15	Autenticación y Seguridad.....	32
2.3.16	Tecnologías Wimax	34
2.3.17	Wimax Forum.....	34
2.3.18	Ventajas Wimax	34
2.3.19	Desventajas Wimax	35
2.3.20	Componentes de una red Wimax.....	35
2.3.21	Arquitectura de una Red Wimax	35
2.3.22	Funcionamiento Básico de la Red Wimax	36
2.3.23	Estándares Wimax	38
2.3.24	Seguridad en las tecnologías inalámbricas	39
2.4	Definición de términos básicos	43
2.4.2	Banda Ancha.....	43
2.4.3	Ancho De Banda.....	43
2.4.4	ADSL.....	43
2.4.5	Protocolo de red.....	44
2.4.6	Topología de red.....	44
2.4.7	Topología Lógica.....	44
2.4.8	Topología Física	44
2.4.9	Topología punto a punto.....	45
2.4.10	Topología punto a Multipunto.....	45
2.4.11	Red inalámbrica.....	45

2.4.12	Tecnología WIFI	45
2.4.13	Velocidad de transmisión	45
2.4.14	Ganancia de antena	46
2.4.15	Radio Enlace	46
2.4.16	Potencia de Transmisión (Tx)	46
2.4.17	Transmisión de datos	46
2.4.18	Transmisión modo simplex	46
2.4.19	Transmisión modo Half-Duplex	46
2.4.20	Transmisión modo Full-Duplex	47
2.4.21	Seguridad de redes	47
CAPITULO III Marco Metodológico		48
3.1	Tipo y Diseño de Investigación	48
3.1.1	Tipo de Investigación	48
3.1.2	Diseño de la Investigación.....	48
3.2	Población y Muestra	48
3.2.1	Población	48
3.2.2	Muestra	48
3.3	Hipótesis	49
3.3.1	hipótesis general	49
3.3.2	hipótesis específicas	49
3.4	Variables	49
3.5	Operacionalización	50
3.6	Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	51
3.6.1	Método:	51
3.6.2	Técnicas:	51
3.6.3	Instrumentos	51
3.7	Procedimiento para la recolección de datos	52

3.8 Plan de análisis estadístico de datos.	53
3.9 Criterios Éticos	53
3.10 Criterios de rigor científico.....	53
3.10.1 Validación.....	53
3.10.2 Trabajo Metódico	53
4.- Análisis e Interpretación de los resultados	54
4.1 Resultados.....	54
4.2 WiMAX frente a WIFI	55
4.3 Ventajas WiMAX -WIFI	55
4.4 Desventajas WiMAX-wifi	55
4.5 Criterio de selección	55
4.6 Discusión de los resultados.....	56
Conclusiones.....	58
Recomendaciones.....	59
Referencias	60

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tipo de redes inalámbricas.....	22
Ilustración 2 estándares y características de la tecnología Wifi 802.11	25
Ilustración 3 Funcionamiento de una red WIFI.....	29
Ilustración 4 Cifrado y Autenticación Wi fi	33
Ilustración 5 Funcionamiento de una red Wimax.....	37
Ilustración 6 Antena tipo Sectorial	40
Ilustración 7 Antena tipo Omnidireccional	41
Ilustración 8 Antena Direccional Tipo Panel	42
Ilustración 9 Resultado de la búsqueda del material bibliográfico en IEEE Xplore	52
Ilustración 10 : Mapa de cobertura móvil Osiptel	60
Ilustración 11 Vista panorámica por Googe Earth	61
Ilustración 12 mapa para simulación de radio enlace.....	62
Ilustración 13 software para simulación de redes.....	63

RESUMEN

La presente investigación propone el estudio y análisis de las tecnologías de redes inalámbricas Wifi 5 estándar 802.11 ac y Wimax estándar 802.16, con la finalidad de determinar cuál de estas tecnologías es aplicable para implementarse en centros poblados rurales en el ámbito del Departamento de Huánuco.

Durante el desarrollo del estudio, se realizan revisiones de la literatura de ambas tecnologías, para comprender ampliamente los fundamentos teóricos y técnicos, con el objetivo de poner a prueba sus capacidades mediante un proceso de distinción de características. Así mismo se realizaron consultas de investigaciones de artículos y tesis de autores Internacionales y Nacionales para comprender la situación problemática y las hipótesis que estos autores asumieron en sus respectivas investigaciones. Finalmente se presenta el resultado de acuerdo al análisis comparativo entre las tecnologías Wifi y Wimax en sus recientes actualizaciones, por la cual se determinaron que Wifi 5 cumple las condiciones necesarias para establecer conectividad en áreas rurales mediante la aplicación de radio enlaces, teniendo en cuenta los múltiples beneficios que ofrece este sistema de conexión, diseñado principalmente para proveer servicio de internet en lugares de difícil acceso, donde no se cuenta con la fibra óptica y la red 4G.

Palabras clave: Wifi 5 estándar 802.11 ac, Wimax estándar 802.16, radio enlaces, tecnologías inalámbricas, ancho de banda, seguridad inalámbrica.

ABSTRACT

The present investigation proposes the study and analysis of wireless network technologies Wifi 5 standard 802.11 ac and Wimax standard 802.16, with the determination to determine which technologies of these are applicable to implement in rural populated centers within the scope of the Department of Huánuco.

During the development of the study, revisions of the literature of both technologies are carried out, to broadly understand the theoretical and technical foundations, in order to test their capabilities through a process of distinguishing characteristics. Likewise, research inquiries of articles and theses of International and National authors were carried out to understand the problematic situation and the hypotheses that these authors assumed in their respective investigations. Finally, the result is presented according to the comparative analysis between Wi-Fi and Wimax technologies in their recent updates, which determined that Wifi 5 meets the necessary conditions to establish connectivity in rural areas through the application of radio links, taking into account the multiple benefits offered by this connection system, designed primarily to provide internet service in hard to reach places, where there is no fiber optic and 4G network.

Keywords: Wifi 5 standard 802.11 ac, Wimax standard 802.16, radio links, wireless technologies, bandwidth, wireless security

INTRODUCCION

Durante la última década, el Perú demostró un crecimiento económico a través de proyectos de inversión pública y privada en diferentes sectores. Sin embargo, resulta insuficiente por la necesidad de resolver otros requerimientos de la población, tal es el caso de la brecha tecnológica en muchos Departamentos del Perú, donde no se cuenta con acceso a las tecnologías y a servicios de conexión de internet. Esta necesidad surge principalmente en centros poblados rurales, donde la inversión pública y privada resulta insuficiente para reducir dicha brecha. A este problema se suman las condiciones geográficas y sociales que presentan algunas poblaciones rurales, como: la distancia y ubicación de algunos poblados, que en su mayoría se encuentran alejadas de la ciudad y otras ubicadas a grandes alturas sobre el nivel del mar, tal es el caso de muchos centros poblados rurales en el Departamento de Huánuco, donde el acceso a estos pueblos resulta dificultoso por el acceso de sus carreteras y distancia, además el nivel socioeconómico de estos pueblos juega en papel primordial a la hora de realizar estudios de mercado para promover inversiones de tecnología y comunicaciones. Todos estos aspectos fueron considerados en la formulación del problema, razón por la cual se establecieron los objetivos y la hipótesis para el presente estudio, motivando el estudio y análisis de las tecnologías de redes inalámbricas Wifi y Wimax para determinar cuál de ellas cumple el perfil técnico para una futura implementación y despliegue de red para los diferentes centros poblados en el departamento de Huánuco.

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Situación Problemática

En muchos Pueblos del Perú, las tecnologías y el acceso a internet representan una brecha digital que impide la comunicación e información, debido a la falta de políticas de inclusión tecnológica por parte del Gobierno e inversión privada de empresas de telecomunicaciones. Por otra parte, el difícil acceso por carretera, el nivel económico de la población y la lejanía de su ubicación geográfica constituyen otro factor que dificulta la inversión e implementación de distintas tecnologías para proveer conectividad y acceso a internet. En el Departamento de Huánuco, Estas limitaciones existen en sus diferentes centros poblados, y afectan principalmente a las Entidades públicas y pequeños emprendedores que desarrollan actividades nativas como la ganadería, agricultura, artesanía, etc.

En la actualidad, la globalización permite la comunicación de las personas a gran nivel, del mismo modo el acceso a información vital para mejorar el conocimiento y maximizar beneficios en las Organizaciones y en los pueblos. Sin embargo, es insensato que las nuevas tecnologías no se encuentren presentes en todo el territorio, especialmente en lugares remotos como centro poblados rurales del Perú, donde existe una masiva necesidad de contar con el servicio de internet para los negocios, Escuelas, Centros de salud y hogares. Esta dependencia de contar con el servicio, radica en que las grandes Compañías enfocan sus inversiones en ciudades con alta población, preferentemente en la costa, debido a la geografía (llano) para una mejor instalación de los tramos de torres y reducción de costos de inversión. En la sierra y la selva, suelen presentarse dificultades porque presentan características particulares como: formaciones geológicas que superan a más de 1000 mts de altura (cerros), además del variado clima (lluvias torrenciales, vientos, temperaturas altas y bajas) y dificultades en sus vías de acceso. Todos estos factores juegan un papel determinante para la inversión de telecomunicaciones y servicios de internet en zonas rurales por parte no solo de Empresas especializadas en el rubro, si no de los gobiernos locales para atender esta brecha.

La falta de servicio de internet y plataformas tecnológicas en muchos pueblos del Perú, afectan principalmente a los negocios e Instituciones públicas y privadas, que, para realizar consultas, gestiones, y otras tareas, requieren contar con internet. A continuación, se presenta un enfoque más amplio de la situación problemática orientada principalmente a instituciones públicas y privadas en algunas zonas rurales en el Departamento de Huánuco.

1.1.1 Entidades Públicas

En el sector público, se identifican instituciones como Centros Educativos, Municipalidades, y centros de salud (postas médicas). las cuales se pueden evidenciar para el caso de Educación (Colegios) que, ante la falta de servicio de internet, los docentes y personal administrativo (dirección) no pueden tener acceso al SIAGE (Sistema de Información de Apoyo a la Gestión de la Institución Educativa) para registrar a los alumnos, ingresar las respectivas notas, entre otras actividades. Por otra parte, los alumnos para elaborar sus trabajos y tareas académicas tienen que realizar recargas a sus equipos móviles (celulares) y acceder a información o por el contrario deben desplazarse a otros lugares para acceder a internet a través de cabinas de alquiler.

En el caso de Municipalidades de los Centro poblados, la falta de servicio a internet impide registrar a los pobladores al Sistema de Focalización de Hogares (SISFOH) y realizar consultas en los distintos programas de inclusión social que el Gobierno puso a disposición a las diversas Entidades.

En el Centros de salud de las diferentes localidades, existe la necesidad de acceder a la Data del Sistema Integral de Salud (SIS) para identificar a los pacientes y generar registros para poder manejar adecuadamente la información de todos sus usuarios.

1.1.2 Sector privado

En muchas comunidades, los pobladores hereden actividades nativas como la agricultura, ganadería, artesanía, entre otros. La falta de tecnología e información, impide por una parte la mejora y optimización de sus técnicas para simplificar y mejorar sus procesos de producción y obtener mejores beneficios a través de capacitaciones virtuales; por otra parte, impide acceder a otros mercados para expandir sus productos.

Finalmente, el problema de falta de conexión a internet en los centros poblados del departamento de Huánuco, impide el desarrollo y el crecimiento económico, social, académico y tecnológico de la población en general. Contar con servicio de internet permitiría mejorar la calidad de vida satisfaciendo las necesidades de los pobladores que no están ajenos a esta necesidad, mejoraría la productividad de incrementando las ventas a nuevos mercados a través del comercio electrónico, redes sociales, relaciones interpersonales y abundante acceso a la información de tipo, científico, tecnológico, académico, etc.

1.2 Formulación del problema

La falta de acceso a las comunicaciones en muchas comunidades rurales del departamento de Huánuco y del Perú, o las que existen no resultan suficientes para satisfacer las diferentes necesidades de los pobladores, por lo tanto, resulta necesario realizar esta investigación que propone como formulación del problema:

¿Es posible analizar las tecnologías de red inalámbricas Wimax y WIFI y determinar cuál de ellas es aplicable para proveer conectividad de internet en los centros poblados rurales en Huánuco?

1.3 Delimitación de la Investigación

En la presente investigación, los estudios previos se realizaron específicamente en los diferentes centros poblados que constituyen la provincia de Huánuco y Departamento de Huánuco, con el objetivo de recolectar información sobre tecnologías de redes inalámbricas existentes en la zona, a las cuales se realizaron evaluaciones, test, análisis técnicos, entre otros

1.4 Justificación e Importancia de la Investigación

1.4.1 Justificación Teórica

Considerando el crecimiento y los avances tecnológicos que se presentan cada día, es necesario tener acceso al conocimiento y a la información y a través de internet, teniendo en cuenta que no es una alternativa, sino una necesidad de contar con múltiples herramientas que permitan contar con conectividad rural a lo largo del territorio nacional. Este constituye un factor relevante para el desarrollo del País, especialmente en zonas alejadas (rurales), donde no es posible hacer llegar las redes cableadas (fibra óptica, cobre) por el alto costo que demanda su implementación.

La presente investigación está orientada específicamente al área de Tecnologías de la información y Comunicación, por lo cual contempla el estudio de Redes de Computadoras, donde se comprende y analiza los conceptos y las teorías basadas en la Tecnología de redes Inalámbricas Wifi y Wimax. En el afán de brindar alternativas, se pretende realizar una evaluación de estas tecnologías inalámbricas, que va permitir conocer las distintas características, ventajas y desventajas que posee cada una ellas en relación a: velocidad de transmisión, cobertura con alcances a grandes distancias, frecuencias de operación, costo beneficio, rendimiento de la red, etc.

Considerando el punto de vista académico, esta investigación permitirá adquirir los conocimientos necesarios para aplicar las teorías y métodos de las tecnologías inalámbricas Wimax y Wifi que establece conectividad a internet principalmente en zonas donde no llega la fibra óptica y conexiones por cable.

1.4.2 Justificación Social

La falta de un sistema de conectividad, impide el crecimiento y el desarrollo de muchos centros poblados en el Perú, donde existe la necesidad de optimizar e innovar los métodos y técnicas de producción que se emplean para mejorar e incrementar la productividad, tal es el caso de los emprendedores locales de comunidades alejadas de las ciudades, donde sus ventas deben orientarse a mercados nacionales e internacionales con la llegada del acceso a internet.

Por otro lado, en el sector público, la problemática es mayor, debido a la falta de recursos y atención del gobierno central en cuanto al uso e incorporación de nuevas tecnologías y sistema de conectividad, que permitirían agilizar los procesos, consultas y registros en las distintas plataformas de gestión e inclusión social que el Estado Peruano dispone a nivel nacional para mejorar las capacidades de producción y mejorar el grado de vida de los pobladores.

1.5 Limitaciones de la Investigación

- a) Restricciones de tiempo para realizar investigaciones de campo
- b) No se contaron con instrumentos de medición especializados por razones de costo.
- c) Dificultades para realizar el reconocimiento geográfico, debido a la distancia y pésimos accesos de las vías.
- d) Falta de servicio de internet en algunos Centros Poblados.
- e) Falta de cobertura Móvil de Empresas de telecomunicaciones

1. 6 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivos generales

- a) Analizar las tecnologías de redes inalámbricas Wimax y Wifi para centros poblados rurales en el Departamento de Huánuco.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Comprender las teorías de las tecnologías de redes inalámbricas Wimax y Wifi.
- b) Realizar un análisis comparativo de las diferentes características de las tecnologías Wimax y Wifi.
- c) Determinar cuál de las dos Tecnologías es aplicable y apropiada para brindar conectividad a los centros poblados rurales del Perú.

CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de Estudio

Nivel Internacional

-Piachinche (2016-Ecuador) “Internet de alta velocidad para comunidades rurales”. El objetivo principal del proyecto en su investigación, es realizar un diseño que brinde servicio de internet de alta velocidad en la zona rural, así mismo busca integrar a los pobladores de las comunidades y promover el uso de las diferentes tecnologías (TIC). El autor en su estudio menciona que tipo tecnologías son las más apropiadas para el de estudio, haciendo énfasis a Wimax como una tecnología que puede brindar soluciones de conectividad en zonas rurales. así mismo realiza un cuadro comparativo de Wimax resaltando los aspectos técnicos frente a otras tecnologías inalámbricas. Concluye que la llegada de internet en zonas rurales, mejora el nivel de vida de los pobladores en salud, educación, comunicaciones digitales y finalmente menciona que la estrategia que aplicó en el estudio para resolver sobre qué tecnología es determinante, fue mediante la observación directa en las zonas de forman parte de la investigación. El proyecto plantea diferentes tipos de redes inalámbricas que pueden adaptarse en zonas rurales como: Wimax, Fibra óptica Monomodo, Satelital, Enlace microondas, resaltando a cada una con sus respetivas características técnicas, ventajas, costos, seguridad, etc.

Morales (2013-España) “Modelo De Optimización Del Diseño de Una Red Wimax para dar Cobertura a un Conjunto de Puntos Geográficamente Distantes” de la Universidad de Sevilla -España. En esta investigación plantea como objetivo principal, optimizar la planificación de una red Wimax contemplado en 802.16 -2004 para puntos geográficamente distantes en una red de transmisión de datos en la provincia de Córdoba (España). En esta investigación propone realizar un estudio sobre cálculos de cobertura y capacidad de sistema, aplicando los procedimientos del estándar IEEE 802.16 -2004, para el modelado que permita optimizar las localizaciones de las Estaciones Base (BS) y Switching Center (SC), cubriendo los requerimientos de cobertura con menor costo. Primeramente, el autor considera realizar una introducción al mundo de las redes inalámbricas con la intención de familiarizar los conceptos básicos de redes, su progreso y los distintos tipos para luego comentar las diferentes tendencias que surgieron en los últimos años, para luego abordar específicamente en redes Wimax. Posteriormente da a conocer elementos y parámetros para la optimización de la red con distintas variantes para lograr el objetivo de minimizar los costes. En el desarrollo de su investigación, Morales plantea tres casos de estudios en relación a un entorno rural, para lograr el objetivo de optimizar la red y minimizar los costes. En ellas menciona: Primer caso llamado “caso base”, que busca optimizar la planificación de la Red Wimax; segundo caso, donde evalúa

la tendencia del costo en función a la demanda del ancho de banda, analizando en simultaneo el cambio de configuración de la red y tercer Caso: reduce el porcentaje de visibilidad de la red para analizar la robustez de la solución y el efecto del coste. Las conclusiones más relevantes de este estudio menciona 3 aspectos importantes: Viabilidad de Wimax para el proceso de planificación de la red con puntos distantes geográficamente, continua con la Escalabilidad de las redes Wimax, donde los modelos van a diseñar topologías de red nuevas o existentes donde se podría aumentar la demanda de ancho de banda requerida por los puntos de consumo y finalmente considera la Robustez de la red Wimax, donde concluye que la visibilidad de las redes juega un rol decisivo en la viabilidad económica y técnica de las redes inalámbricas. La presente investigación hace un enfoque general al conocimiento y aplicación de las redes inalámbricas a través de sus diferentes topologías, específicamente nos muestra a la red Wimax como una nueva tendencia para optimizar los centros de conmutación y las estaciones base para lograr reducir los costes.

Nivel Nacional

Guerrero (2016) en su tesis “Análisis Y Diseño De Una Red 4g-Wimax Para Zonas Rurales De Huancabamba” cuyo objetivo es brindar a la población en el ámbito rural, servicio de internet de alta velocidad mediante la red Wimax 4G, aplicando el diseño de red a diferentes localidades de la Provincia de Huancabamba. Concluye que con el desarrollo de su proyecto tesis brindará soluciones a los problemas de conectividad en las zonas rurales de Huancabamba. En la parte social impulsa en beneficio de la lucha contra el analfabetismo y la pobreza, En cuanto a la parte tecnológica, la velocidad de transmisión y los costos juegan un papel determinante en la implementación de este tipo de red inalámbrica. Se considera esta tesis como referencia para tener un panorama más amplio en cuanto a la implementación y uso de la tecnología Wimax, ya que la presente se aplica específicamente en una zona rural, brindando beneficios a los diferentes hogares, establecimientos y centros de atenciones (postas médicas, colegios, municipalidades) con internet a alta velocidad

Pijo (2013) “Diseño De Una Red Wimax Para el Valle De Churín - Lima”, en cuyo objetivo principal plantea elaborar una red en base a la tecnología WIMAX, que permita desplegar banda ancha en el Valle de Churín. Así mismo realiza el estudio del estándar IEEE 802.16 – WIMAX y sus recientes revisiones durante los últimos años, para el acceso fijo a internet que será desplegada en, por una Compañía o Empresa que brindará el servicio de internet. Concluye que Wimax es una de las tecnologías que tiene proyección de mercado nacional, debido a varios aspectos: la arquitectura ALL-IP, calidad de servicio (QoS), altas velocidades de transmisión, escalabilidad y actualizaciones de software y hardware. En su investigación nos muestra la factibilidad del proyecto realizando un análisis económico, lo cual demuestra que el proyecto es altamente rentable. Esta información es útil para el desarrollo de mi investigación, porque considero muy importante tener luces en cuanto a la factibilidad teniendo en cuenta que el análisis económico, es un factor importante para la aplicación del diseño de red.

-Cajahuaringa (2009) "Diseño de un sistema Wimax" de la Universidad Nacional de Ingeniería plantea como objetivo principal es el diseño de un sistema orientado en la tecnología SDH y WIMAX para el área rural de la provincia de Huarochirí del Departamento de Lima, para brindar servicios triples play: Voz, internet y Video (VoD) para permitir a la población acceso a la tecnología de la información. En su proyecto, considera como diseño la red troncal y una red secundaria, teniendo en consideración una adecuada ubicación geográfica de las estaciones repetidoras, también considera el cálculo de los radios enlace y la capacidad del ancho de banda para brindar el triple play. En su estudio concluye que se deberían hacer campañas de medición para precisar cálculos de las capacidades del sistema de conexión inalámbrica, especialmente en zonas rurales. Esta tesis aporta información con respecto al diseño del sistema para el acceso a voz, internet y video, considerando la arquitectura WIMAX, SDH y sus esquemas de solución. Así mismo el análisis que realiza para la ubicación de las repetidoras son apoyados bajo el software Radio Mobile que resulta beneficiosos para la simulación de radio enlaces, teniendo en cuenta que es una distribución libre, que nos permite operar en los rangos comprendidos de 20 MHz a 20 GHz y funciona bajo el SO Windows.

2.2 Estado del arte

Chacón (2017) en su tesis “Diseño de una red inalámbrica con tecnología Wimax para brindar servicio de internet en la zona urbana de la ciudad de Latacunga” de la Pontificia Universidad Católica de Ecuador. El objetivo es el diseño de una red inalámbrica que brinde servicio a toda el área urbana de la ciudad de Latacunga, en la provincia de Cotopaxi (Ecuador). El autor en su investigación nos muestra como es el funcionamiento e implementación de la Tecnología Wimax con el estándar IEEE 802.16, así mismo realiza un estudio de mercado para identificar los requerimientos de los posibles usuarios, posteriormente define los equipos que se utilizaran en el diseño y un análisis de costos de la red. Concluye que el estudio de mercado fue relevante para identificar la demanda que tendrá su proyecto, lo cual para cumplir con dicha demanda se consideraron tres radios bases en la red de acceso que permiten brindar cobertura a la zona específica señalada en su proyecto. Considera que los tiempos de instalación de la infraestructura física, mantenimiento y operación de la Tecnología Wimax, son menores a la de una red cableada, logrando una ventaja competitiva y recomienda para elegir equipos para el diseño de la red, se debe tener en consideración que el fabricante sea de Wimax Forum, lo que garantizaría la interoperabilidad de los equipos con otros fabricantes, finalmente recomienda utilizar Radio Mobile para la simulación de radio enlaces. Esta Investigación sirve para entender el funcionamiento y la arquitectura de la red Wimax, mediante un diseño que establece para proveer conexión de internet en Latacunga. Teniendo en cuenta que plantea una red inalámbrica para una zona rural, es importante rescatar aspectos técnicos de su implementación como la consideración de bandas libres para evitar pagos por una banda licenciada, reduciendo significativamente los costos a la hora de su implementación.

2.3 Bases teóricas científicas

2.3.1 Tecnologías inalámbricas

Según Salazar (s.f):

Las redes inalámbricas se clasifican en cuatro tipos: redes inalámbricas de área local WLAN (Wireless Local Area Networks), redes inalámbricas de área personal WPAN (Wireless Personal Area Networks), redes inalámbricas de área amplia WWAN (Wireless Wide-Area Networks) y redes inalámbricas de área metropolitana WMAN (Wireless Metropolitan-Area Networks). (p.7)

La Figura 1 muestra los cuatro tipos de tecnologías inalámbricas



Figura 1 Tipo de redes inalámbricas

Fuente: Wiki.IES (2019). Tipos de redes inalámbricas. [figura]. recuperado de: <https://smr.iesharia.org/wiki/doku.php/src:ut7:proyectos:tipos>

RED WAN WIMAX 802.20

Herrera, (2014) nos indica que:

El estándar IEEE 802.20 se considera uno de los más importantes estándares en desarrollo hasta la actualidad, pues su objetivo es alcanzar la convergencia y el uso en forma general de las redes uso mundial, las cuales están basadas en diferentes estándares como la red 4G en dispositivos móvil. (p.15)

RED MAN WiMAX - 802.16

Fue elaborado para tener acceso fijo inalámbrico, se designado así porque emplea una antena, ubicada en un lugar estratégico del suscriptor. Esta antena es similar a un plato de la televisión satelital. Así mismo se encarga de instalaciones interiores, donde no es necesario ser robusto en relación al aire libre. (Redes Wimax, s.f)

RED LAN 802.11 Wifi

Romero, (2019) señala que:

El estándar 802.11 es un grupo de normas inalámbricas creada por el IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos). Este estándar es la versión anterior de WiFi, propuesta en 2009. Las mejoras son con respecto a versiones anteriores de WiFi con múltiples radios, calidad en la recepción, y la alternativa de usar el espectro de 5 GHz. La cual implica una velocidad de hasta 600 Mbps. (p.1)

RED PAN 802.15 Bluetooth

“Fue elaborado para comunicaciones de tipo omnidireccional, con nivel mínimo de consumo de energía, reducido alcance y dispositivos económicos, sustituyendo el uso de cables y conectando dispositivos mediante conexiones ad hoc por radio.”
(Salazar, s.f, p. 9)

2.3.2 Redes Inalámbricas

Según Salazar (s.f):

Las redes inalámbricas admiten que los equipos remotos realicen conexiones sin inconvenientes, de manera independiente en que estos dispositivos se ubiquen a metros o kilómetros de distancia. Esto ha permitido que la aplicación de esta tecnología sea muy conocida, extendiéndose muy rápidamente. (p.6)

2.3.3 Tecnología Wi-Fi (Wireless Fidelity)

“Es un sistema de comunicación de forma inalámbrica, que autoriza conexiones entre equipos sin usar algún tipo de cable. Esta tecnología aplica ondas de radio para la transmisión y la recepción de los datos” (Armijos y Prado, 2017,p.16).

2.3.4 Estándares

Entre los principales estándares y características de la tecnología WIFI 802.11, se pueden observar en la siguiente figura:

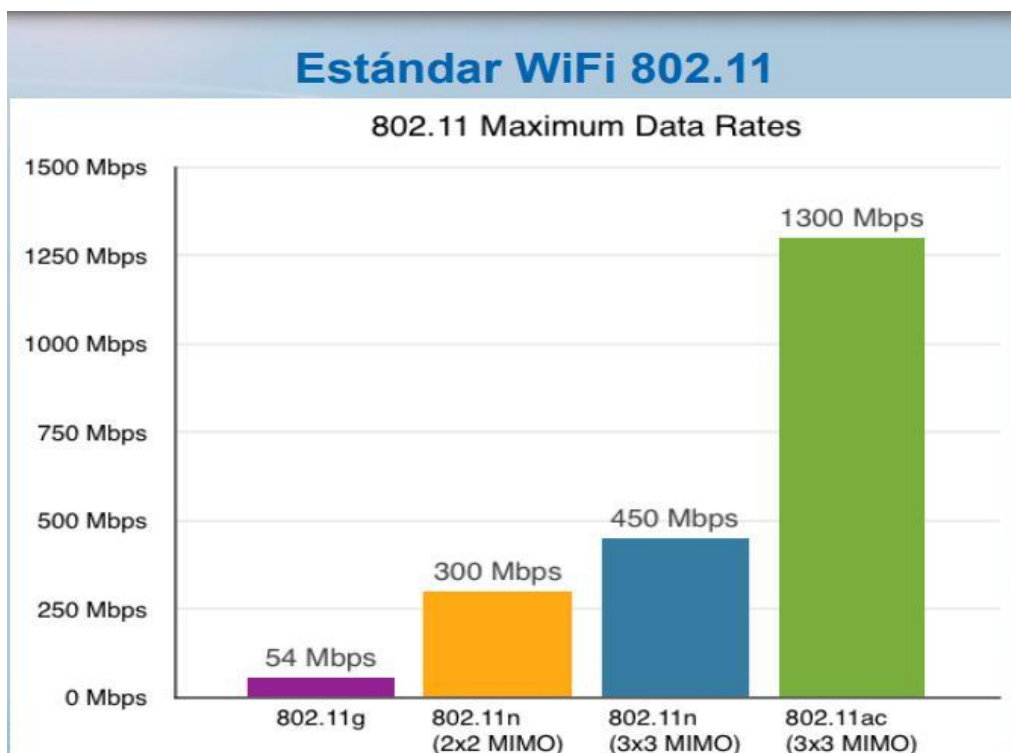


Ilustración 2 estándares y características de la tecnología Wifi 802.11

Fuente: Xataka(2016)Los nuevos tipos de WIFI. [figura] recuperado de:
<https://www.xataka.com/>

2.3.4.1 Estándar IEEE 802.11g

Para comprender este estándar, Escudero (2007) afirma que:

En junio del año 2003, se reafirmó una tercera mejora al estándar 802.11 con la designación de IEEE 802.11g, la cual funciona en la banda del estándar 802.11b. 802.11g usa también la técnica de modulación que 802.11a (OFDM) por lo cual aplica tasas de transferencias de 54 Mbit/s. La manera que emplea la interoperabilidad de 802.11g con 802.11b es uno de los motivos de su aceptación. No obstante, ocurre el mismo inconveniente en 802.11b en relación a las interferencias (demasiada saturación en puntos de acceso) ya que que operan en la misma frecuencia (p.12)

2.3.4.2 Estándar IEEE 802.11n

Según Escudero (2007) :

Esta actualización proyecta lograr tasas de 540 Mbps, la cual resultaría 40 veces más veloz que 802.11b. Esta norma saca provecho de las mejoras anteriores, pero la disimilitud es la introducción de MIMO (múltiples entradas múltiples salidas), que implica usar receptores y transmisores para elevar la tasa de transferencia y alcance. (p.13)

En la presente investigación, se abordará el estudio de la Tecnología WiFi 802.11 AC, ya que actualmente es la última versión y ofrece altas tasas de velocidad de transmisión, seguridad, entre otros.

2.3.5 Estándar IEEE 802.11 AC

El estándar 802.11 ac, salió a la luz en diciembre de 2012, como una alternativa de mejora a la norma IEEE 802.11n. Esta tecnología es aplicable a la banda de 5 GHz, con mejoras significativas en cuanto a velocidad de transmisión, mayor cobertura de rango, compatibilidad con dispositivos que operan en la banda 5GHz y 60 GHz respectivamente.

En 1999, un conjunto de Organizaciones se unió para crear WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance). Con la finalidad de mejorar y asegurar la compatibilidad de dispositivos, así mismo optimizar el rendimiento en cuanto a mayores velocidades de transmisión de datos.

2.3.6 Principales Características 802.11 AC

Este estándar es conocido como Wi-Fi 5G o Wi-Fi Gigabit, entre las novedades de esta norma es que la velocidad de transmisión es elevada, logrando 1.3 Gbps en reposo, debido al movimiento de información de tres canales de 433 Mbps cada uno. Este estándar opera en la banda 5 GHz, donde los canales se transmiten sin interferencias por lo cual ofrece estabilidad y buen rendimiento. Por otra parte, una de sus principales características es que cuenta con un radio con cobertura más extensa (90-100 mts). Otra de las novedades es el uso del beamforming, que permite a los AP, Router y otros dispositivos guiar las ondas de radio de una manera eficiente y mejorar la emisión y recepción.

2.3.7 Ventajas WIFI 802.11 ac

Entre las múltiples ventajas que ofrece la Tecnología Wifi 5 802.11 Ac, podemos mencionar los siguientes: Ofrece rango de cobertura de hasta 50 Km aplicando radio enlace; en seguridad, ofrece las herramientas de cifrado WPA,WPA2,PSK; opera en las bandas de frecuencias de 5GHz; alta transferencia de datos con mayor velocidad de transmisión; resistente todo tipo de interferencias; señal estable y mayor relación en costo y rendimiento

2.3.8 Desventajas WIFI 802.11 ac

Se requiere que los dispositivos de conexión sean compatibles en la frecuencia 5 GHz; mayor interferencia cuando los dispositivos trabajan en la banda de 2.4 GHz; cobertura limitada para la recepción de la señal, la cual se debilita cuando existen obstáculos como paredes, muros, etc.

2.3.9 Funcionamiento de la tecnología Wifi 801.11 ac

La tecnología WIFI en su estándar 802.11 ac, cumple ciertas condiciones para un óptimo funcionamiento. Una red inalámbrica bajo esta norma utiliza ondas de radio, de igual forma que los celulares, radios, televisión, etc. Las radio-WIFI realizan transmisiones en bandas de frecuencia de 5 o 2,4 GHz. la comunicación en una red Wifi se da a través de dispositivos de conexión como el Router inalámbrico, adaptador inalámbrico, puntos de acceso, entre otros.



Ilustración 3 Funcionamiento de una red WIFI

Fuente: Olmedo, F. (2019). Como funciona una red WiFi ?.[figura] recuperado de : <http://www.losporque.com/informatica>

2.3.10 Arquitectura

Según Meden (s.f) refiriéndose sobre la Arquitectura en la norma 802.11ac:

Las redes 802.11 se pueden emplear en dos formas. La manera más común es conectar equipos cliente, como teléfonos celulares y laptops a otra red, por ejemplo, la red interna de una Compañía. En este modo, cada cliente se relaciona con un AP que está conectado a otra red. El cliente envía y recibe sus paquetes a través del AP.

(p.7)

2.3.11 Bandas de frecuencia.

Las redes bajo el estándar 802.11ac, trabajan exclusivamente la banda de 5 GHz, con menos congestión de dispositivos conectados, por ello se tendrá menos interferencias y obtendrá una mejor velocidad de transmisión.

2.3.12 Técnicas Y Velocidades De Transmisión

En esta versión, el método de transmisión usa hasta 8 antenas y operan en la banda de 5 GHz, alcanzando así velocidades que exceden los 1 Gbps. Por otra parte, para lograr el incremento de velocidad, se insertaron nuevas técnicas de transmisión orientadas en OFDM, que consiste básicamente en el envío de información modulada en PSK o QAM.

2.3.13 Ancho de Banda del Canal

802.11ac opera con anchos de banda de canal de 80 y 160 MHz respectivamente, que multiplica por 4 y 8 el ancho de banda configurado en dispositivos. Esta norma indica que se utilizan hasta 8 flujos MIMO, la cual incorpora Modulación de alta Densidad (256 QAM) alcanzando velocidades que superan los 3 Gbps.

2.3.14 Autenticación y Seguridad

Los problemas más comunes que afronta WiFi es la seguridad y para minimizar esos riesgos es necesario proveer a las redes inalámbricas de mecanismos que brinden garantía en las comunicaciones.

El primer protocolo de seguridad se denominó **WEP** (Privacidad Equivalente a Cableado, del inglés Wired Equivalent Privacy), donde los autores Ramírez, Polanco y Farías (s.f) definen :

“**WEP** es el protocolo de cifrado básico definido en el estándar IEEE 802.11, usa el algoritmo de cifrado RC4 (Rivest Cipher 4), para cifrar los datos que intercambian los clientes y el punto de acceso.” (p.3)

WPA (Wifi Protect Access)

Se lanzó para solucionar los problemas de seguridad del protocolo WEP. Este protocolo trae mejoras en la autenticación del usuario mediante el IEEE 802.1x, soluciona la debilidad del vector inicialización (IV) de WEP mediante la inclusión de vectores de doble longitud (48 bits), utiliza el intercambio dinámico de claves mediante el protocolo TKIP (Temporal Key Integrity Protocol), El algoritmo de cifrado utilizado por WPA sigue siendo RC4 como en WEP (Ramírez, Polanco y Farías, s.f, p.3)

WPA2:

Este mecanismo, tiene la ventaja de ser más seguro. Incluye el intercambio dinámico de la clave, un cifrado más fuerte y la autenticación de usuario, presenta un nuevo algoritmo de cifrado: AES (Advanced Encryption Standard), que es un cifrado de bloque simétrico. además, utiliza el protocolo CCMP (Counter Mode with Cipher Block Chaining Message Authentication Code Protocol) para asegurar la integridad y la autenticidad de los mensajes. (Ramírez, Polanco y Farías, s.f , p.3)

	Autenticación	Cifrado	Seguridad	Rendimiento	Complejidad implementación
WEP	Ninguna	WEP	Nula	Alto	Baja
WPA -PSK-TKIP	Handshake	TKIP	Aceptable	Bajo	Baja
WPA2 -PSK-TKIP	Handshake	TKIP	Aceptable	Bajo	Baja
WPA -PSK-AES	Handshake	AES	Buena	Normal	Baja
WPA2 -PSK-AES	Handshake	AES	Muy Buena	Normal	Baja
WPA -MGT-TKIP	Servidor	TKIP	Buena	Bajo	Alta
WPA2 -MGT-TKIP	Servidor	TKIP	Muy Buena	Bajo	Alta
WPA -MGT-AES	Servidor	AES	Muy Buena	Normal	Alta
WPA2 -MGT-AES	Servidor	AES	La Mejor	Normal	Alta

Ilustración 4 Cifrado y Autenticación Wi fi .

Fuente: Sysadmit.(2016). WiFi: Cifrado y autenticación - Buenas prácticas [figura].

Recuperado de: <https://www.sysadmit.com>

2.3.15 Tecnologías Wimax

WIMAX, cuyas siglas son Worldwide Interoperability for Microwave Access (interoperabilidad mundial para acceso por microondas). Es el Estándar IEEE 802.16, que ofrece gran ancho de banda y mayor cobertura. Esta norma utiliza las ondas las frecuencias de 2,5 a 5,8 GHz y puede lograr un rango de hasta de 70 km. Así mismo permite disponer servicio de internet a lugares donde no puede llegar la fibra óptica.

2.3.16 Wimax Forum

Es una Organización creada sin fines de lucro liderada por un conjunto de compañías que promueve la compatibilidad e interoperabilidad de los dispositivos inalámbricos de banda ancha comprendidos en el estándar IEEE 802.16. Se fundó en junio 2001, siendo la única Organización habilitada para certificar la interoperabilidad y el estándar entre equipos de diferentes fabricantes, tal es así que los equipos que no cuenten con dicha certificación, no podrán asegurar su operabilidad frente a otros productos.

2.3.17 Ventajas Wimax

Esta tecnología ofrece las siguientes ventajas:

Velocidades de transmisión hasta 1 Gbps; cobertura de 50 a 75 Km con estaciones repetidoras; operaciones en las frecuencias 2.5 GHz y 5.8 GHz; en seguridad ofrece los cifrados DES y RCA; gran ancho de banda.

2.3.18 Desventajas Wimax

Alto costo de implementación; escasa disposición de dispositivos y equipos en el mercado; se requiere de antenas en el exterior de las viviendas de los usuarios; la señal de debilita cuando de interconectan a mayor distancia y muy poca presencia de operadores Wimax en el mercado nacional.

2.3.19 Componentes de una red Wimax

Las redes 802.16 están formadas esencialmente por dos clases de elementos:

El equipo de usuario o CPE (Customer Premises Equipment)

Este equipo se conecta vía radio con la estación base (BS). Los CPE son los receptores, que pueden ser las tarjetas que se conectan al PC, portátil y PDA. La finalidad es de encaminar comunicaciones de datos, voz, video.

La estación base o BS (Base Station)

Es un transmisor y receptor de ondas de radio que sirve para interconectar dispositivos inalámbricos y establecer comunicaciones de datos. Según Chacón (2017) “Estos equipos son las torres WiMAX, los que tienen un alcance de 8.000 Km² acorde al tipo de señal transmitida.”(p.15).

2.3.20 Arquitectura de una Red Wimax

Las arquitecturas en Wimax se basan en Redes Wimax Móviles Y Fijas, donde sus estándares brindan banda ancha inalámbrica de buen rendimiento y bajo costo. Wimax Fija proporciona conexión a Internet a gran velocidad y menos coste, Mientras, que Wimax Móvil resulta una solución de banda ancha extendida sobre una gran área basada en OFDM.

2.3.21 Funcionamiento Básico de la Red Wimax

WiMAX a diferencia de Wifi ac, podría lograr altas velocidades y mayor área de cobertura, de tal manera que lograría disminuir la brecha actual en lugares remotos de difícil acceso. La funcionalidad de Wimax es de la siguiente manera:

Estación Base WiMAX

Equipo que tiene una o varias antenas para ofrecer cobertura, usualmente es instalado por una Empresa de telecomunicaciones. En cuanto a características es similar a una torre de telefonía móvil.

Según Calvillo, (2013), “el tipo de antenas que se ubican en este extremo pueden ser omnidireccionales, sectoriales, que cubren sectores específicos del territorio de cobertura, o antenas de tipo direccional, para conexiones punto a punto” (p.8).

Receptor WiMAX

Benavente, (2015) describe:

Al otro extremo de una conexión se ubica el usuario final, que puede ser doméstica o comercial. En este punto está instalado el equipo local del cliente CPE (Customer Premises Equipment), y en donde acaba el flujo de transferencia de datos entre operador y el cliente final. (p.27).



Ilustración 5 Funcionamiento de una red Wimax

Fuente: Wimax ventajas. (2018)Wimax. [figura] recuperado de:
<http://wimaxyventajas.blogspot.com/>

2.3.22 Estándares Wimax

Tabla 1 Estándares de la Tecnología Wimax

Estándar	Descripción
802.16	- Publicado en 2002. soporta QoS (calidad de servicio) con velocidades de hasta 134 Mbps y requiere línea de vista directa.
802.16 ^a	-Publicado en abril de 2003. Esta norma emplea espectro en bandas de 2 a 11 GHz, con línea de vista y sin línea de vista LOS y NLOS), además del protocolo PTMP y PTP.
802.16c	-Publicado en enero 2003. norma para definir las especificaciones y características en la banda de 10-66 GHz.
802.16d	-Publicada en junio de 2004, esta norma es una verificación del estándar 802.16 y 802.16a para adicionar perfiles aprobados por WiMAX Forum
802.16-2004	-norma que reemplaza a los estándares 802.16; 16a y 16d
802.16e	- Publicado en diciembre de 2005. Esta norma es una actualización del estándar 802.16 que incorpora conexión de banda ancha para dispositivos.

Fuente: Jackeline, 2008. Wimax. Artículos TICS. recuperado de:
<http://proyredes.blogspot.com/2008/07/wimax.html>

2.3.23 Seguridad en las tecnologías inalámbricas

Cabe resaltar que existen diversos métodos de protección de redes desde los más simples hasta los más fuertes, y desde encriptaciones simples hasta las más robustas. En el artículo de la revista de tecnología informática, Gonzales, Pérez, Márquez, y Badillo (2017) afirman:

La primera encriptación de WiFi implementada fue la WEP (Wired Equivalent Privacy) la cual fue implementada por el estándar IEEE 802.11 en 1999 [1], sin embargo, aunque fue un buen intento para lograr seguridad en las comunicaciones WiFi, su implementación no fue bien realizada, debido a que es vulnerable a ataques. (p.2).

WPA Y WPA2, se basan en la encriptación TKIP, donde los usuarios hacen la autenticación a través de un servidor, donde se almacenan contraseñas y credenciales. Por otro lado, la diferencia de WPA vs WEP es que la clave precompartida se envía una vez , por el contrario en WEP, el envío de la llave es permanente.

2.4 Definición de términos básicos

2.4.1 Internet

Según Milenium, (2019) afirma:

Llamado "La Red", es un conjunto integrado por diferentes redes de cada país del mundo, es decir, es un sistema mundial de redes de computadoras, por medio del cual un usuario a través de una computadora puede acceder a determinada información de y poder tener inclusive comunicación directa con otros usuarios en otras computadoras. (p.1)

2.4.2 Banda Ancha

Es el proceso de transmisión de información en un determinado tiempo mediante conexiones de redes con elevada capacidad que implica velocidades de transportar datos.

2.4.3 Ancho De Banda

El ancho de banda indica la cantidad de datos que se pueden enviar entre dos puntos de conexión de una red en un determinado tiempo. Esta se mide en Kbps y Mbps.

2.4.4 ADSL (Acrónimo en inglés de *Asymmetric Digital Subscriber Line*)

Aulaclíc, (2014) describe: “Este tipo de conexiones emplea línea telefónica, permitiendo que los datos se transmitan de forma asimétrica para aprovechar el ancho de banda disponible” (p.8)

2.4.5 Protocolo de red

Ecured (s.f) define: “Es un grupo de normas estándar que señalan la técnica para recibir y enviar datos entre varias computadoras, es decir, resulta una convención que controla o permite la conexión y transferencia de datos entre dos puntos finales” (p.1)

2.4.6 Topología de red

Elsaber21 (2017) describe: “Una topología de red es la disposición de una red, incluyendo líneas de conexión y nodos. Existen dos formas o topologías de una red: la topología física y la topología lógica”(p.1)

2.4.7 Topología Lógica

Interpolados (2017) indica:

Se refiere al modo en que una red transfiere tramas de un nodo al otro. Esta disposición se compone de conexiones virtuales entre los nodos de una determinada red. Esta topología de los enlaces punto a punto es simple, en tanto que los medios que se comparten brindan métodos de control de acceso. (p.1)

2.4.8 Topología Física

Interpolados (2017) se refiere: “a las conexiones físicas y cómo se interconectan los dispositivos, como los Switches, routers y los puntos de acceso inalámbrico. Las topologías físicas comúnmente son en estrella o punto a punto.”(p.1)

2.4.9 Topología punto a punto

Esta topología conecta dos puntos entre sí, es decir, los dispositivos de una red actúan en forma de pares para desempeñar el rol de emisor o receptor.

2.4.10 Topología punto a Multipunto

En esta topología un punto central realiza la comunicación con otros nodos. Sin embargo, no permite la interconexión entre los nodos remotos.

2.4.11 Velocidad de transmisión

Calcula el promedio de datos entre dos dispositivos en un determinado tiempo (segundos), es decir, si el ancho de banda sea mayor, en un determinado trama, mayor será la velocidad de la transmisión de los datos.

2.4.12 Ganancia de antena

Es la relación que existe entre la potencia de entrada de una antena y la potencia suministrada de ingreso de la antena con la finalidad de que ambas desarrollen una determinada intensidad de potencia.

2.4.13 Radio Enlace

Según Ruesca (2016) describe: “Se denomina radio enlace a cualquier tipo de interconexión entre los terminales de telecomunicaciones realizados por ondas electromagnéticas. “ (p.1).

2.4.14 Potencia de Transmisión (Tx)

Es la potencia que emite el radio, la cual depende de la regulación de cada País, en el Perú la autoridad competente es el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, quien establece los límites permisibles, frecuencias de operación, etc

2.4.15 Transmisión de datos

Se realiza entre un transmisor y un receptor por medio de un proceso de transmisión guiado o no guiado, donde la comunicación se da en forma de ondas electromagnéticas.

2.4.16 Transmisión modo simplex

En este tipo de transmisión la información viaja en forma unidireccional, es decir, en un solo sentido desde la unidad emisora hasta la receptora, mas no a la inversa. Usualmente este tipo de transmisión se presenta en radio y televisión.

2.4.17 Transmisión modo Half-Duplex

En este modo la información viaja en ambos sentidos, de forma bidireccional, sin embargo, la transmisión no puede darse en simultaneo. Esto ocurre en equipos que transmiten información y el receptor debe de esperar para responder.

2.4.18 Transmisión modo Full-Duplex

Ocurre cuando la información que se envía se da en forma bidireccional en simultáneo, es decir, en ambas direcciones.

2.4.19 Seguridad de redes

Es un conjunto de prácticas y políticas que se utilizan para evitar el acceso sin autorización a la red o sistemas de redes para evitar el uso y manejo indebido de los recursos y la información.

CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1 Tipo de Investigación

Es una investigación de tipo descriptiva, porque pretende describir la situación del caso de estudio mediante la recopilación y análisis de la información obtenida. Así mismo como solucionar el problema de conexión a internet teniendo como referencia la base de conocimientos resultado de la investigación básica.

3.1.2 Diseño de la Investigación

El Diseño de investigación es Correlacional- No experimental, la cual establece la relación de dos variables que se encuentran relacionadas

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población

Es el conjunto de todos los elementos que forman parte de la investigación (documentos, empresas, objetos, personas, eventos, situaciones, etc.)

En la presente investigación, la población está conformada por todos los centros poblados que forman parte de la Provincia de Huánuco, Departamento de Huánuco, las cuales representan el interés del presente estudio.

3.2.2 Muestra

Con respecto a la Muestra, el tipo de muestreo es intencional o conveniencia de acuerdo al interés de estudio, por ello se consideró seleccionar a 5 Centros poblados rurales comprendidos en la jurisdicción del Departamento de Huánuco.

3.3 Hipótesis

3.3.1 hipótesis general

Las Tecnologías de redes inalámbricas permiten el acceso a Internet a los centros poblados rurales en el departamento de Huánuco.

3.3.2 hipótesis específicas

Se determinará cuál de las tecnologías inalámbricas cumplen los criterios técnicos a través de un análisis y cuadros comparativos de características de las mismas.

3.4 Variables

Variable Independiente (X): Red Inalámbricas con tecnologías Wimax y Wifi

Variable dependiente (Y): Acceso a internet

3.5 Operacionalización

Tabla 2

Operacionalización de las variables

Variable	Dimensión	Indicador	Unidad de Medida
Red Inalámbrica con Tecnologías WIFI (Variable Independiente)	Tecnológica	Topología Inalámbrica	-
	Capacidad Transmisión de datos	Velocidad de Transmisión de	Megabit por segundo (Mbps)
	Ondas Electromagnéticas	Frecuencia	Megahertz (MHz)
	Infraestructura Tecnológica	Distancia entre Estaciones Base	Metros (m)
	Accesibilidad	Cantidad de Antenas	
Acceso a internet (Variable Dependiente)	Accesibilidad	Área de Cobertura	
	Conectividad		
	Servicio de Banda Ancha	Nivel de Señal	Megabit por segundo (Mbps)
	Zona geográfica	Velocidad de datos	
Beneficiarios	Beneficiarios	Altura y Temperatura	
		Instituciones Públicas y Población.	

Fuente: elaboración propia

3.6 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.6.1 Método:

Es una representación de la parte estratégica para el desarrollo del trabajo de investigación, la cual implican formas y procedimientos lógicos para poner a prueba la hipótesis, los problemas científicos y los instrumentos de investigación.

Los métodos que se aplicaran para la presente investigación son: Comparativo e Hipotético deductivo

3.6.2 Técnicas:

Es un conjunto de procedimientos que faculta al investigador fijar la relación con el sujeto u objeto de la investigación

Las técnicas empleadas son:

- a) Revisión del material bibliográfico, a través de papers online.
- b) Entrevista
- c) Encuestas
- d) Observación

3.6.3 Instrumentos

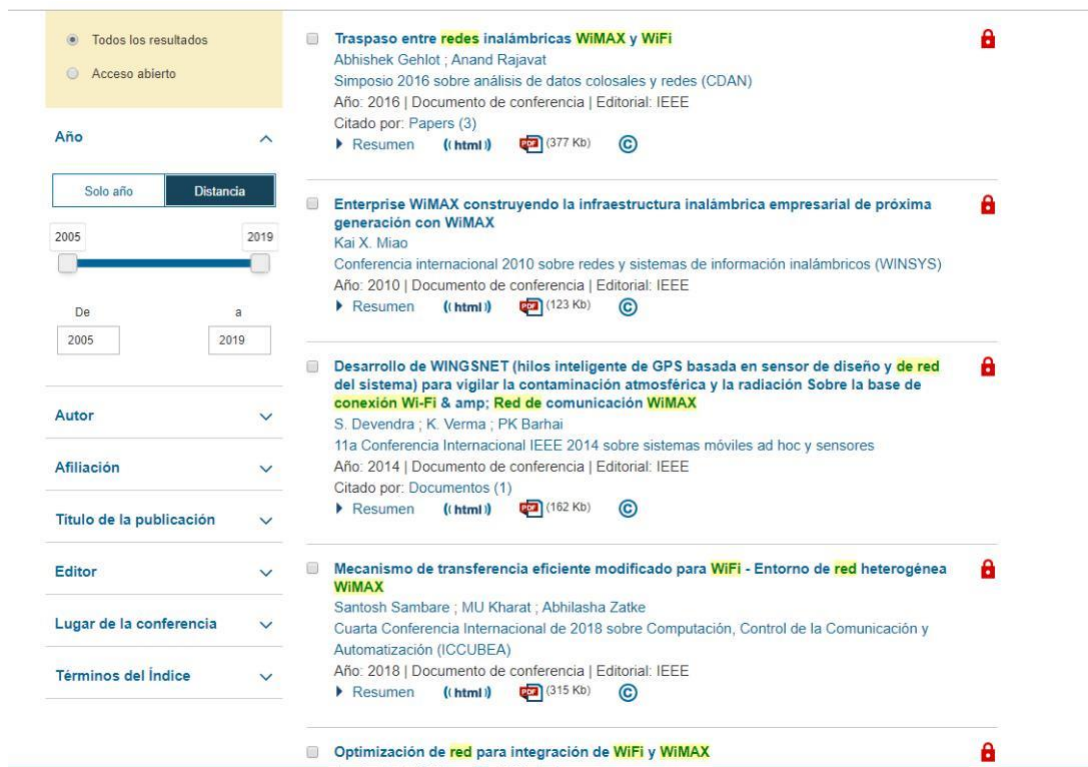
Para esta investigación, se aplican los siguientes instrumentos:

- a) Software Radio Mobile (Simulador de radio enlaces)
- b) Google Earth
- c) Aplicación Web Airlink (simulador de radio enlaces)
- d) Osiptel Móvil (cobertura móvil)

3.7 Procedimiento para la recolección de datos

Para la recolección de los datos, se empleará lo siguiente:

- Reconocimiento geográfico de los centros poblados considerados como caso de estudio.
- Revisión de la literatura relacionada a tecnologías de redes inalámbricas.



The screenshot shows the IEEE Xplore search results page. On the left, there are filters for 'Todos los resultados' (selected) and 'Acceso abierto'. Below that, there is a date range filter set from 2005 to 2019. The main content area displays a list of search results. The first result is 'Traspaso entre redes inalámbricas WiMAX y WiFi' by Abhishek Gehlot and Anand Rajavat, published in 2016. The second result is 'Enterprise WiMAX construyendo la infraestructura inalámbrica empresarial de próxima generación con WiMAX' by Kai X. Miao, published in 2010. The third result is 'Desarrollo de WINGSNET (hilos inteligente de GPS basada en sensor de diseño y de red del sistema) para vigilar la contaminación atmosférica y la radiación Sobre la base de conexión Wi-Fi & amp; Red de comunicación WiMAX' by S. Devendra, K. Verma, and PK Barhai, published in 2014. The fourth result is 'Mecanismo de transferencia eficiente modificado para WiFi - Entorno de red heterogénea WiMAX' by Santosh Sambare, MU Kharat, and Abhilasha Zatke, published in 2018. The fifth result is 'Optimización de red para integración de WiFi y WiMAX'.

Ilustración 9 Resultado de la búsqueda del material bibliográfico en IEEE Xplore

Fuente: IEEE Xplore Digital Library.[figura] recuperado de : <https://ieeexplore.ieee.org>

- c) Entrevista con autoridades y representantes de instituciones públicas de los distintos centros poblados.
- d) Entrevistas con representantes de los diferentes micros empresas que existen en el centro poblado.
- e) Aplicación de una encuesta a la población para identificar las necesidades tecnológicas de su comunidad.
- f) Aplicación de los diferentes instrumentos
- g) Análisis y consolidado de la información recolectada

3.8 Plan de análisis estadístico de datos.

Para el plan estadístico se aplicará la técnica matemática Estadística Descriptiva, mediante cuadros de frecuencias para comparar los valores pre-post de las coberturas, velocidad de transmisión, seguridad, de ambas tecnologías inalámbricas a través de cuadros desarrollados en el software Excel.

3.9 Criterios Éticos

“Las implicaciones éticas del investigador son las que se ven los lados positivos o negativos que puede contener un avance científico, es decir, ver el problema o beneficio que puede generar un descubrimiento en favor de la sociedad.” (Reyes,(2017,p.18).

Para la investigación se consideran los siguientes aspectos éticos:

- a) Confidencialidad
- b) Originalidad
- c) Objetividad

3.10 Criterios de rigor científico.

3.10.1 Validación

Se realizará la validación del diseño de red inalámbrica a través de Juicio de experto, esta validación se solicitará a profesionales (Ingenieros) teniendo en cuenta el Criterio y Experiencia Personal en el área de redes y comunicaciones.

3.10.2 Trabajo Metódico

Toda investigación implica aplicar métodos y procedimientos para el desarrollo del estudio, tales como: la recolección de información bibliográfica a través de libros, artículos (paper) y páginas web que enriquecen la investigación.

4.- Análisis e Interpretación de los resultados

4.1 Resultados

Para realizar el análisis de las diferentes tecnologías inalámbricas, primeramente, se seleccionaron a elección del investigador las dos principales tecnologías: WIMAX, WIFI, que ofrecen capacidad de implementarse en zonas rurales donde la fibra óptica no puede alcanzar, además se tuvieron en cuenta los principales aspectos técnicos de cada tecnología, es decir, capacidades de transmisión de datos, cobertura, bandas de frecuencias, ventajas y desventajas.

En la tabla 3 se muestra el análisis comparativo entre estas tres tecnologías inalámbricas, teniendo en consideración a las tecnologías más recientes de acuerdo a sus estándares:

Tabla 3 Análisis comparativo de las Tecnologías Wimax y Wifi

Tecnologías y características	WIMAX 802.16e	WIFI5 802.11 ac
Velocidad en reposo	1 Gbps	1,3 Gbps
Cobertura	50 a 70 km	Hasta 50 KM con radio enlaces
Seguridad	Algoritmos DES 128 bits y RCA 1,024 Bits	WPA,WPA2,PSK
Bandas de Frecuencias	2.5 y 5.8 GHz	2.4 , 5.1 GHz y 5.8 GHz
Ventajas	Escalabilidad y gran ancho de banda	-Mayor rendimiento. -señal más limpia y estable. -Ancho de banda
desventajas	Alto costo de implementación	-Interferencia múltiple. -menor rango

Fuente: elaboración propia

4.2 WiMAX frente a WIFI

Con respecto a estas dos tecnologías muy parecidas, Calvillo (2013) afirma: “Ambas tecnologías son relativamente similares, por la característica de ser tecnologías inalámbricas. La única diferencia es que una está orientada para redes de área local (LAN) y la otra para áreas metropolitanas (MAN)” (P.18)

4.3 Ventajas WiMAX -WIFI

Según Calvillo (2013) :

WiMAX ofrece mejores beneficios en cuanto a rendimientos frente a Wifi, el protocolo de red MAC de WiMAX es más eficaz que Wifi, en WiMAX la calidad del servicio (Qos) y la seguridad están previstas desde un inicio, de igual forma una capacidad mínima garantizada para cada estación. (p.18)

4.4 Desventajas WiMAX-wifi

WiMAX requiere mayor coste en equipos, mientras que la tecnología Wifi ofrece mayor rendimiento y menor coste de inversión en equipos y dispositivos.

4.5 Criterio de selección

Entre las tecnologías de redes inalámbricas descritas anteriormente, la Tecnología Wifi en su estándar 802.11 ac, conocido comercialmente como WIFI 5, reúne todo los requisitos y requerimientos necesarios para implementarse como una alternativa viable de conexión inalámbrica para los diferentes Centros Poblados del Departamento de Huánuco, debido a que esta tecnología ofrece cobertura de largo alcance, altas velocidades de transmisión, ancho de canal (hasta 160 MHz) y utiliza la banda de frecuencia 5 GHz con disponibilidad en el mercado de dispositivos compatibles con esta tecnología.

Por otra parte, implementar un diseño de red con la tecnología Wifi 802.11 ac, resulta conveniente en cuanto a costo- beneficio, siendo un factor determinante a la hora de realizar una implementación de redes inalámbricas. El mercado actualmente ofrece una gama de dispositivos de diferentes series y marcas, que se adaptan a las necesidades de las Empresas y usuarios para mejorar la calidad de comunicación.

Las Velocidades de transmisión en el estándar 802.11 ac, estiman tasas de 1.3 Gbps, donde cada vez existen más dispositivos compatibles con esta tecnología. Lo que indicaría que con esta nueva tecnología podríamos ver equipos conectados hasta con 8 Antenas en simultáneo, teniendo así una red robusta y de alto rendimiento, principalmente en lugares remotos donde no es posible hacer llegar la fibra óptica.

4.6 Discusión de los resultados

Para la elección de la tecnología inalámbrica, se tuvieron en cuenta principalmente las características que definen como la mejor alternativa que se adapta como propuesta de interconexión para zonas de áreas rurales en el Departamento de Huánuco. También se realiza un análisis de distinción de las principales características, donde se valora las capacidades de cada tecnología y se muestra detalles específicos sobre la tecnología definida como la mejor opción, es decir, la tecnología Wifi 802.11 ac de largo alcance.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos propuestos, las conclusiones son las siguientes:

La revisión de literatura relacionada con las tecnologías de redes inalámbricas Wimax y Wifi en sus recientes estándares, nos permitieron comprender las teorías, fundamentos y aplicación de ambas tecnologías, para emprender el desarrollo de la presente investigación desde el punto de vista académico, tecnológico y principalmente social, ya que esta investigación se orienta a brindar soluciones de conexiones inalámbricas a centros poblados rurales en el Departamento de Huánuco.

El análisis de ambas tecnologías, a través de la distinción nos permitió conocer las diferentes características, ventajas y desventajas que presentan cada una de ellas, para finalmente determinar qué tipo de tecnología aplicable cumple los requisitos necesarios para brindar servicio de conectividad inalámbrica de internet para los diferentes centros poblados considerados en el presente estudio.

Desde el punto de vista profesional, hay que destacar los beneficios de ambas tecnologías de redes inalámbricas (Wifi y Wimax), considerando que las dos garantizan efectividad en las conexiones, seguridad de alto nivel, altas tasas de velocidad de transmisión de datos, área de cobertura amplia, calidad en el servicio y otros.

RECOMENDACIONES

Al culminar la presente investigación, me permito realizar las siguientes recomendaciones:

De acuerdo al análisis comparativo de las tecnologías Wifi y Wimax, descritas en el presente trabajo de investigación, recomiendo el uso y aplicación de Wifi 5 o estándar 802.11 ac, en lugares remotos, donde no es posible hacer llegar la fibra óptica, especialmente en áreas rurales que se encuentran ubicadas en zonas altas (altura sobre el nivel del mar) y grandes distancias de las ciudades, tal es el caso de algunos poblados que se encuentran en el Departamento de Huánuco.

Para una futura implementación de red, recomiendo el uso de la tecnología Wifi con radio enlaces, para extender el rango de la cobertura a través de antenas de tipo direccional o sectorial mediante enlaces punto a punto y punto a multipunto. Este tipo de sistemas resulta beneficioso por ser de costo accesible para la infraestructura y de buen rendimiento en cuanto a velocidad de transmisión, seguridad y cobertura mayor. La parte administrable de los radios enlaces se denomina WISP (proveedor de servicios de internet inalámbrico), son quienes realizan este tipo de conexiones y brindan conectividad a usuarios (abonados) con diferentes planes de servicio (precio mensual) por determinado ancho de banda (Mbps).

Para el desarrollo de futuras investigaciones en relación a tecnologías de redes inalámbricas, recomiendo considerar la próxima actualización del estándar 802.11 ax, denominado también Wifi 6, que fue lanzada por la WiFi Alliance, Organización que se encarga de mejorar las condiciones de la tecnología Wifi

REFERENCIAS

- Abhishek Gehlot ; Anand Rajavat (2016).India. Transferencia entre WiMAX y WiFi inalámbrico Redes. *Simposio sobre análisis de datos colosales y redes* (CDAN) 10.1109 / cdan.2016.7570926. disponible en: [https://www.semanticscholar.org/10.1109 / cdan.2016.7570926](https://www.semanticscholar.org/10.1109/cdan.2016.7570926).
- Armijos de La Vera , Prado. (2017). Estudio, análisis y optimización del tráfico de las redes WiFi en la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación. Recuperado de : <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/39918>.
- Aulaclíc.(2014). Conexión a Internet (IV). Aula Clic.España. Recuperado de: https://www.aulaclip.es/internet/t_2_4.htm
- Barba K, LLumiquinga D.(2013).Estudio de la Tecnología Wimax como alternativa para mejorar la velocidad de acceso a internet de los docentes al ambiente virtual de aprendizaje cooperativo de la Universidad Politécnica Salesiana. España. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5382/1/UPS-GT000489.pdf>
- Benavente,(2015). Implementación Red Inalámbrica Wimax- Wifi. España. Recuperado de :http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/43113/6/jbenaventecTF_C0615memoria.pdf .
- Calvillo A.(2013) ““Estudio y diseño de una red WiMAX para dar cobertura de banda ancha en un entorno rural””. Valencia.España recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/34530/Memoria.pdf?sequence=1>
- Chacón O. (2017) “Diseño de una red inalámbrica utilizando la tecnología Wimax para proveer servicio de internet en la zona urbana de la ciudad de Iatacunga”. Ecuador. recuperado de: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14627/CASO%20DE%20ESTUDIO%20%28OSCAR%20CHACON%20%29%2808-02-2018%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Dipbadajoz (S.F) Las tecnologías Wifi y Wimax. Recuperado de : https://www.dipbadajoz.es/agenda/tablon/jornadaWIFI/doc/tecnologias_wifi_wimax.pdf

Ecured,(s.f).Protocolos de Red. Recuperado de : https://www.ecured.cu/Protocolos_de_red

Elsaber21 (s.f) Redes:Topologias de Red. Recuperado de : <https://www.elsaber21.com/redes-topologias-de-red>

Escudero, A(2007). Estándares de Tecnologías Inalámbricas. Recuperado de : [www.itrainonline.org › files › 02 es estandares-inalambricos guia v02](http://www.itrainonline.org/files/02_es_estandares-inalambricos_guia_v02)

Gonzales,D. Perez,I. Marquez,A y Badillo,L.(2017) Análisis de vulnerabilidades en redes inalámbricas instaladas en diversos municipios del Estado de Hidalgo. *Revista de Tecnología informática*. Vol.1 No.2 32-40. Recuperado de : [https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Tecnologia_Informatica/vol1num2/Revista de Tecnologia Informatica V1 N2 5.pdf](https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Tecnologia_Informatica/vol1num2/Revista_de_Tecnologia_Informatica_V1_N2_5.pdf)

Herrera, H. (2014).Estándar 802.20. recuperado de : <https://prezi.com/uv275ytj2fx0/estandar-80220/>

International Centre for theoretical Physics,(2012).Radio Mobile. Materiales de apoyo para entrenadores en Redes Inalámbricas. Recuperado de http://www.eslared.org.ve/walc2012/material/track1/08-Radio_Mobile-es-v1.2.pdf

Interpolados (2017). Topologías Lógicas y Físicas. recuperado de : <https://interpolados.wordpress.com/2017/03/01/topologias-fisica-y-logica/>

Leyva Bravo, J., & Beltrán Casanova, D. (2016). La comunicación inalámbrica a través de la banda de los 60GHZ. *Revista Universidad y Sociedad* [seriada en línea], 8 (2). pp. 89-96. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu>

Martínez M. Bastidas X, Vera P. (2015). Wimax y su reducción de la brecha digital.
recuperado de: <https://slideplayer.es/slide/6146319/>

Meden, J. (s.f). IEEE 802.11ac. recuperado de : <http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/80211ac.pdf>

Milenium,(2019).Internet. recuperado de :
<https://www.informaticamilenium.com.mx/es/temas/que-es-internet.html>

Ocando, Andrés, & Ugas, Luis (2015). Tecnologías para redes inalámbricas en las organizaciones del estado Zulia. *Télématique*, 4(1), undefined-undefined. [fecha de Consulta 4 de octubre de 2019]. ISSN: 1856-4194. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=784/78440104>

Ocampo, J. A. (21 de 10 de 2007). WIMAX. Recuperado el 13 de Octubre 2018, de wikispace: <https://sx-de-tx.wikispaces.com/WIMAX>

Ramírez, Polanco y Farías (s.f). Seguridad Inalámbrica. recuperado de :
<http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo322/1s13/project/reports/SEGURIDAD.pdf>

Redes Wimax (s.f). Redes Wimax. recuperado de : <http://www.redeswimax.info/>

Romer, S. (2019). Trabajo Practico redes Wifi Portal . Recuperado de :
<https://www.coursehero.com/file/48808310/Trabajo-Practico-Redes-Wifi-Portal-Serapio-Romero-Rodriguezdocx/>

Ruesca ,P.(2016). radio enlace – ¿qué es un radioenlace?.recuperado de :
<http://www.radiocomunicaciones.net/radio/radio-enlace-que-es-un-radioenlace/>

Salazar (2016). Redes Inalámbricas. Recuperado de :
https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01_R_ES.pdf

Tamayo C; Silva I. (2017). Técnicas E Instrumentos de recolección de datos. Perú.
Recuperado de:
bvspcr.paho.org/videosdigitales/matedu/.../tecnicas%20de%20recoleccion.ppt

The Abdus Salam. (2018). Introducción a las redes wifi. . Recuperado de :
http://www.eslared.org.ve/walc2012/material/track1/05-Introduccion_a_las_redes_WiFi-es-v2.3-notes.pdf

Wimax Forum (2001). “Acerca del Foro Wimax”. <http://wimaxforum.org>.
<http://wimaxforum.org/Page/About> (visitada Octubre, 10,2018)