

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,**  
**ELECTRÓNICA Y SISTEMAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



**TESIS:**

**“DISEÑO DE UNA RED STREAMING DE AUDIO Y VIDEO PARA  
LA ISLA AMANTANI-PUNO”**

**PRESENTADA POR:**

**JANIO RAFAEL PAREDES APAZA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PUNO - PERÚ**

**2017**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,  
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**“DISEÑO DE UNA RED STREAMING DE AUDIO Y VIDEO PARA LA  
ISLA AMANTANÍ-PUNO”**

TESIS PRESENTADA POR:

**JANIO RAFAEL PAREDES APAZA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO ELECTRÓNICO**



APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE :

Mg. TEOBALDO RAUL BASURCO CHAMBILLA

PRIMER MIEMBRO :

M.Sc. DAVID SALINAS MENDOZA

SEGUNDO MIEMBRO :

M.Sc. EDWIN WILBER CHAMBI MAMANI

DIRECTOR DE TESIS :

M.Sc. GUIDO HUMBERTO CAYO CABRERA

TEMA: Diseño de red de última generación

ÁREA: Telecomunicaciones

FECHA DE SUSTENTACIÓN 22 DE DICIEMBRE DEL 2017

## **DEDICATORIA**

Todo el esfuerzo y preparación, empleado en la presente investigación, se la dedico enteramente a mi madre, puesto que ella es mi motivo de vida y superación constante. Todas las metas y logros en mi vida, llevarán su nombre.

## **AGRADECIMIENTOS**

A todas, las personas que de forma directa e indirecta estuvieron conmigo durante todo el tiempo de preparación universitaria, entre ellos están; mi familia, compañeros, amigos y toda la plana docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica.

## ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN .....	16
1.1. Planteamiento del problema de investigación .....	18
1.2. Formulación del problema .....	19
1.3. Hipotesis de la investigacion.....	20
1.3.1. Hipótesis general.....	20
1.3.2. Hipótesis específicas .....	20
1.4. Justificación del estudio .....	20
1.4.1 Justificación técnica .....	20
1.4.2 Justificación social .....	20
1.4.3 Justificación económica .....	21
1.5 Objetivos de la investigación .....	21
1.5.1 Objetivo general.....	21
1.5.2 Objetivos específicos .....	21
CAPÍTULO II .....	22
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	22
2.1. Marco teórico .....	22
2.1.1 Etapa de suministro eléctrico .....	23

2.1.2	Sistemas fotovoltaicos .....	23
2.1.3	Conceptos de streaming .....	31
2.1.4	Sistemas de propagación .....	33
2.1.5	Estándares inalámbricos .....	34
2.2.	Marco conceptual.....	35
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	36
3.1.	Ubicación geográfica del estudio .....	36
3.2.	Periodo de duracion del estudio .....	38
3.3.	Procedencia del material utilizado .....	38
3.4.	Población y muestra de la investigación .....	39
3.4.1.	Población .....	39
3.4.2.	Muestra .....	39
3.5	Diseño estadístico .....	39
3.6.	Procedimiento .....	40
3.6.1	Condiciones de servicio .....	40
3.7.	Variables .....	43
3.8.	Análisis de los resultados.....	43
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	44
4.1.	Resultados .....	44
4.1.1.	Sistema de suministro para el emisor (estación base).....	44
4.2	Discusión.....	45
4.2.1.	Wifi (wireles fidelity) .....	55
	Conclusiones .....	58
	Recomendaciones .....	60
	Referencias bibliográficas.....	61
	Anexos .....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Mapa de cobertura. ....	19
Figura 2. 1 Dopado de silicio. ....	27
Figura 2. 2 Desplazamiento de Electrones mediante la captación de Fotones. ....	27
Figura 2. 3 Curva IV y PV para un módulo fotovoltaico típico a 1000 W/m <sup>2</sup> y 25°C. .	29
Figura 2. 4 Placa de datos de fabricante de un panel Solares VLX-53. ....	29
Figura 2. 5 Modelo de distribución bajo demanda. ....	33
Figura 4. 1 Radioenlace Estación-Sector 1. ....	45
Figura 4. 2 Alturas respectivas de radioenlace 1. ....	46
Figura 4. 3 Radioenlace Estación – Sector 2. ....	46
Figura 4. 4 Alturas respectivas de radioenlace 2. ....	47
Figura 4. 5 Radioenlace Estación – Sector 3. ....	47
Figura 4. 6 Alturas respectivas de radioenlace 3. ....	48
Figura 4. 7 Radioenlace Estación – Sector 4. ....	48
Figura 4. 8 Alturas respectivas de radioenlace 4. ....	49
Figura 4. 9 Radioenlace Estación – Sector 5. ....	49
Figura 4. 10 Alturas respectivas de radioenlace 5. ....	50
Figura 4. 11 Radioenlace Estación-Sector 6. ....	50
Figura 4. 12 Alturas respectivas de radioenlace 6. ....	51
Figura 4. 13 Radioenlace Estación-Sector 7. ....	51
Figura 4. 14 Alturas respectivas de radioenlace 7. ....	52
Figura 4. 15 Radioenlace Estación-Sector 8. ....	52
Figura 4. 16 Alturas respectivas de radioenlace 8. ....	53
Figura 4. 17 Radioenlace Estación-Sector 9. ....	53
Figura 4. 18 Alturas respectivas de radioenlace 9. ....	54
Figura 4. 19 Radioenlace Estación-Sector 10. ....	54
Figura 4. 20 Alturas respectivas de radioenlace 10. ....	55
Figura 4. 21 Cobertura Wifi. ....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Promedio mensual de radiación en la isla Amantaní.....	25
Tabla 3. 1: Población según comunidades de Amantaní. ....	36
Tabla 3. 2: Centros educativos por comunidad.....	37
Tabla 3. 3: Total de AP (Access Point) y usuarios soportados.....	41
Tabla 3. 4: Modulación adaptativa del equipo.....	43



## INDICE DE ACRÓNIMOS

- MPEG-4 (9, Moving Picture Experts Group)
- WIMAX (9, Worldwide Interoperability for Microwave Access)
- WIFI (9, Wireless Fidelity)
- AP (9, Access point)
- VLS (15, Video Lan Server)
- TCP/IP (31, Transmission Control Protocol/Internet Protocol)
- WMAN (32, Wireless Metropolitan Area Network)
- WPAN (32, Wireless Personal Area Network)
- WWAN (32, Wireless Wide Area Network)

## RESUMEN

La presente investigación tiene por finalidad, el “DISEÑO DE UNA RED STREAMING DE AUDIO Y VIDEO PARA LA ISLA AMANTANI-PUNO”, por el que se puede difundir contenido educativo, para beneficio de su población, el número de habitantes repartidos en las 10 comunidades (sectores) de Amantaní, asciende a 2428 pobladores y de acuerdo a los cálculos realizados, se puede brindar servicio streaming en simultaneo a un 95 % de la totalidad de la población, para esto se ha tenido que superar algunos inconvenientes, puesto que la situación geográfica de la zona de estudio se muestra muy accidentada. Como primer objetivo tenemos la selección de equipos de red componentes para un servidor streaming, para la selección de los dispositivos se ha tenido en cuenta la fiabilidad de la marca y que el producto escogido cumpla realmente con la función (banda de operación, ancho de banda, número de canales), así como también el software acorde a nuestra aplicación, para evaluar tuvimos en cuenta los siguientes aspectos; soporte unicast, soporte multicast, codificación de video MPEG-4 (Moving Picture Experts Group), modularidad en la arquitectura, documentación y de código abierto; Como otro de los objetivos tuvimos que definir la mejor forma de propagación, dada las características geográficas de la zona de estudio y de acuerdo al número de habitantes de cada comunidad, se vió por conveniente la utilización de los protocolos inalámbricos 802.16 Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) en la banda sin licenciar para los radioenlaces de transporte y 802.11 Wifi (Wireless Fidelity) para el acceso a la red, las antenas a utilizar son las omnidireccionales para la estación base y AP (acces point), sectoriales para los receptores Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access), todo dentro de una topología punto multipunto, para cumplir con el objetivo general de diseñar una red streaming de audio y video para la isla Amantaní, de acuerdo a todas estas características se simulan los

radioenlaces y cobertura en el software radiomobile. Se presenta también como otro inconveniente la falta de energía eléctrica comercial en la zona, razón por la cual se estudia como tercer objetivo; las principales características de un sistema fotovoltaico, el dimensionamiento del consumo de energía eléctrica total de la red, la forma de instalación y los componentes necesarios para suministrar de energía a nuestra red. En cuanto a la metodología de la investigación, trabajamos con una población que se encuentra representada por los 2428 habitantes de las 10 comunidades de la Isla Amantaní, la muestra viene representada por las 10 comunidades (sectores) existentes en la Isla. Para la recolección de información se revisaron y realizaron; visitas de campo, toma de imágenes, observación, la documentación oficial de fabricantes, así como información relevante sobre el número de pobladores por comunidad, ubicación geográfica de las comunidades y condiciones geográficas, el procesamiento de datos lo realizamos en sistemas georeferenciados (GoogleEarth), software de simulación (RadioMobile) y tablas Excel. A pesar de las dificultades encontradas en la zona de estudio, como la geografía accidentada y falta de energía eléctrica, se llegó la conclusión de que se puede desarrollar infraestructura para dar servicios de telecomunicaciones. Se escogió el equipo breezeMax 5000 para la estación base ya que este equipo trabaja en la banda 5 GHz exenta de licencia, ofrece 60 Mbps por canal de 10 MHz, el equipo BreezeAcces wi2 se escogió como punto de acceso ya que este equipo combina la tecnología Wimax (Worldwide interoperability for Microwave Acces) y Wifi (Wireless fidelity), para escoger el software a utilizar nos concentramos en comparar las características de arquitectura de cada servidor y las diferencias de una con respecto a la otra, los diferentes protocolos que cada servidor emplea, los formatos que maneja, capacidad para unicast, capacidad para multicast, soporte y código abierto, concluyendo que para nuestro propósito, el software que mejor se adapta es el Darwin Streaming Server. Y en cuanto al sistema de propagación por

Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) y Wifi (Wireless Fidelity) ambos son factibles en la zona de estudio, a pesar de su accidentada geografía, haciendo uso de torres, dispositivos y las tecnologías adecuadas. De acuerdo a las simulaciones de radioenlaces de transporte podemos observar que en la totalidad de sectores la calidad de señal es de  $S9+20$  o superiores, igualmente los niveles de recepción están por encima de los niveles de sensibilidad de los equipos  $-73\text{dBm}$  y las zonas de Fresnel totalmente despejadas. En cuanto a la propagación wifi (Wireless Fidelity) es necesario reducir la potencia máxima de transmisión en  $5\text{dBm}$  para que se ajuste al PIRE máximo permitido de  $20\text{dBm}$ , siendo en total la potencia de transmisión de  $13\text{dBm}$ . En cuanto al sistema de suministro, en la investigación se concluyó dimensionar un sistema fotovoltaico emisor (estación base) en el cual se usarán 11 baterías en paralelo de  $200\text{ A}$ , con una profundidad de descarga de  $80\%$ , la potencia total de los paneles es de  $2075\text{ W}$ , la cantidad máxima de corriente a la que trabajará el controlador de carga es de  $30\text{ A}$  y el inversor debe soportar una potencia de  $735\text{ W}$  con una eficiencia de  $85\%$ . En el sistema receptor para cada sector, se usa 2 baterías de  $150\text{ A}$  con una profundidad de descarga de  $80\%$ , la potencia de los paneles  $283\text{ W}$ , la corriente máxima de trabajo para el controlador de carga es de  $4\text{ A}$  y un inversor de  $100\text{ W}$  con una eficiencia de  $85\%$ .

**Palabras clave:** Wimax, Wifi, red de acceso, ancho de banda, servidor streaming, Radiomobile, AP (Acces point).

## ABSTRACT

The purpose of this research is the "DESIGN OF AN AUDIO AND VIDEO STREAMING NETWORK FOR THE AMANTANI-PUNO ISLAND", through which educational content can be disseminated, for the benefit of its population, the number of habitants distributed in the 10 communities (sectors) of Amantaní, amounts to 2428 habitants and according to the calculations made, streaming service can be provided simultaneously to 95% of the entire population, for this it has had to overcome some disadvantages, since the situation geographical area of the study is very rugged. As a first objective we have the selection of network equipment components for a streaming server, for the selection of the devices the reliability of the brand has been taken into account and that the chosen product really fulfills the function (band of operation, bandwidth , number of channels), as well as the software according to our application, to evaluate we took into account the following aspects; unicast support, multicast support, MPEG-4 video coding (Moving Picture Experts Group), modularity in architecture, documentation and open source; As another of the objectives we had to define the best form of propagation, given the geographical characteristics of the study area and according to the number of habitants of each community, it was convenient to use the wireless protocols 802.16 Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) in the unlicensed band for transport radio links and 802.11 Wifi (Wireless Fidelity) for access to the network, the antennas to be used are omnidirectional for the base station and AP (access point), sector for Wimax receivers (Worldwide Interoperability for Microwave Access), all within a point-to-multipoint topology, to meet the general objective of designing a streaming audio and video network for Amantaní Island, according to all these characteristics, radio links and coverage are simulated. radiomobile software. Another drawback is the lack of commercial electric energy in the area, which is why it is studied as a third objective; the

main characteristics of a photovoltaic system, the sizing of the total electric power consumption of the network, the way of installation and the necessary components to supply our network with power. Regarding the methodology of the research, we work with a population that is represented by the 2428 habitants of the 10 communities of Amantaní Island, the sample is represented by the 10 communities (sectors) existing on the Island. For the collection of information were reviewed and performed; field visits, image taking, observation, the official documentation of manufacturers, as well as relevant information on the number of habitants per community, geographical location of the communities and geographical conditions, data processing is done in geo-referenced systems (GoogleEarth), simulation software (RadioMobile) and Excel tables. Despite the difficulties encountered in the study area, such as rugged geography and lack of electricity, the conclusion was reached that infrastructure can be developed to provide telecommunications services. The breezeMax 5000 equipment was chosen for the base station since this equipment works in the band 5 Ghz exempt from license, offers 60 Mbps per 10 Mhz channel, the BreezeAcces wi2 equipment was chosen as an access point since this equipment combines the technology Wimax (Worldwide interoperability for Microwave Acces) and Wifi (Wireless fidelity), to choose the software to use we concentrate on comparing the architecture characteristics of each server and the differences of one with respect to the other, the different protocols that each server uses , the formats it handles, capacity for unicast, capacity for multicast, support and open source, concluding that for our purpose, the software that best adapts is the Darwin Streaming Server. And as for the propagation system by Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) and Wifi (Wireless Fidelity) both are feasible in the study area, despite its rugged geography, making use of towers, devices and appropriate technologies. According to the simulations of transport radio links we can see

that in all sectors the signal quality is  $S9 + 20$  or higher, also the reception levels are above the levels of sensitivity of the equipment  $-73\text{dBm}$  and the zones of Fresnel totally cleared. Regarding the Wi-Fi propagation (Wireless Fidelity), it is necessary to reduce the maximum transmission power by  $5\text{dBm}$  so that it is adjusted to the maximum permitted EIRP of  $20\text{dBm}$ , with a total transmission power of  $13\text{dBm}$ . Regarding the supply system, in the investigation it was concluded dimension.

**Keywords:** Wimax, Wifi, access network, bandwidth, streaming server, Radiomobile, access point (AP).

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad en nuestro país, en nuestra región, específicamente en nuestra zona de estudio, la Isla Amantaní, existe una gran brecha en cuanto al acceso a la información educativa, puesto que los servicios de telecomunicaciones son escasos. En la presente tesis con la finalidad de reducir esta brecha, se estudian principalmente los aspectos técnicos para el diseño de un medio alternativo de información para la población de la Isla.

CAPÍTULO II: En este capítulo, se estudian los conceptos básicos que nos servirán para un mejor entendimiento de la tesis, como también para el planteamiento de las hipótesis, que en capítulos posteriores se verifican. Entre los conceptos a tratar, tenemos en una primera etapa, el estudio de sistemas fotovoltaicos autónomos que nos permiten alimentar a nuestra red con la energía eléctrica necesaria, en una segunda etapa la evaluación de las características de los servidores más eficientes de streaming, haciendo una comparación entre VLS (Video Lan Server) y Darwing Streaming Server, donde se concluye utilizar este último, por adaptarse mejor a nuestros requerimientos, en una tercera etapa estudiamos el sistema de propagación, donde se abordan temas como; estándares inalámbricos, topologías de red, tipos de antenas, bandas de operación para Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) y Wifi (Wireles Fidelity). De acuerdo a todos estos parámetros se realiza la simulación de los radioenlaces para conocer la factibilidad técnica de propagación.

CAPÍTULO III: En este capítulo describimos la metodología de investigación, dado que nuestro objetivo general es diseñar una red de última generación, nos encontramos ante un problema de investigación tecnológica y aplicada con enfoque cualitativo, nuestra

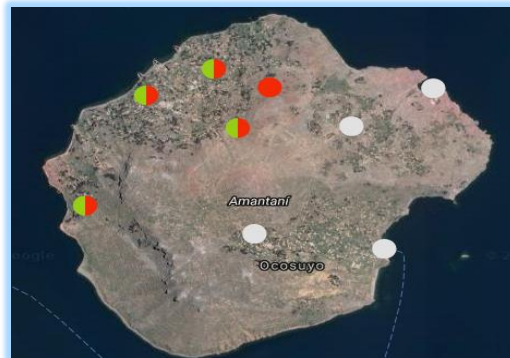


población de estudio, son los habitantes de la isla Amantaní, el tipo de muestra se define como muestra no probabilística, selección a criterio del investigador.

CAPITULO IV: En este capítulo se da a conocer todos los resultados encontrados, como producto de la investigación y con esto se confirma el cumplimiento de los objetivos, en cuanto a la etapa de suministro eléctrico, se utilizan dos sistemas fotovoltaicos autónomos, uno para el emisor (estación base) donde se suma un consumo total de 8 820 W por día, por lo que se utilizan 11 baterías de 200 A en paralelo y 9 paneles de 250 W en paralelo y otro sistema fotovoltaico autónomo para el receptor donde se suma un consumo diario de 1 200 W diarios, por lo que se utilizan dos baterías de 220 A en paralelo y un solo panel de 250 W.

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La evolución de la tecnología, en todas partes del mundo nos está llevando a la integración, globalización y a la convivencia dentro de una sociedad que converge hacia la dependencia de la información, La propagación de información por streaming, es una de las formas más eficientes y difundidas en la actualidad, disponible para todos aquellos que tienen acceso a internet, sin embargo existe una gran cantidad de poblaciones y comunidades que no tienen acceso; incluso carecen de energía eléctrica comercial, es el caso de la isla Amantaní y por lo mismo existe una gran limitante a la hora de acceder a la información educativa, es decir que los estudiantes de las escuelas y colegios, que son un total de 24 instituciones entre públicas y privadas en la actualidad, no puedan acceder a ningún tipo de información adicional fuera del aula de clases. Son estos centros educativos y pobladores, quienes se convertirán en los usuarios de nuestra red y gozarán de los contenidos educativos que verteremos en él, cabe señalar que en la actualidad la isla solo cuenta con cobertura de telefonía móvil de dos operadores de telecomunicaciones, como son Claro y Movistar, esta cobertura se centra sólo en los centros poblados de Incatatiana, Lampayuni, Villa Orinojon, Santa Rosa y Amantaní, esto se puede observar en la figura 1.1, los círculos rojos representan la cobertura de claro en 2, 2.5, 3 y 3.5G, los círculos verdes la cobertura de movistar en 2 y 2.5G y los círculos blancos representan la falta de cobertura. Esta tesis busca ayudar a reducir esta brecha, brindando información relevante para el diseño de una red streaming al servicio de los habitantes de la isla Amantaní.

**Figura 1. 1:** Mapa de cobertura.

Fuente: (Osiptel, 2017)

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El difícil acceso a internet de muchas localidades de nuestra región, representa una desventaja sustancial respecto a la información a la cual pueden acceder sus pobladores, esta falta de información y falta de las demás bondades de los sistemas de información actuales, no permiten un adecuado desarrollo educativo, comercial y comunicativo en dichas localidades. Se pretende mejorar y/o reducir esta brecha, integrando estudios sobre la difusión streaming, con objetivo de abastecer de información específica para la preparación académica de pobladores, estudiantes de escuelas y colegios de la isla Amantani, quienes podrán acceder al servicio desde la comodidad de sus hogares y en el horario que ellos vean por conveniente, ya que esta tecnología permite la capacidad de transmitir video en directo como también streaming bajo demanda. Serán beneficiados todos los estudiantes y pobladores de la comunidad, que tengan deseos de preparación más allá de los conocimientos impartidos en su respectiva escuelas o colegios. Esta aplicación con objetivos educativos y cuyo funcionamiento es factible sin la necesidad de acceso a internet, se puede generalizar, para otras localidades con carencias similares.

### **1.3. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION**

#### **1.3.1. HIPÓTESIS GENERAL**

- Es posible integrar tecnologías tanto de software como de hardware, para diseñar una red local streaming de video y de contenido íntegramente educativo propagado por Wimax en la isla Amantaní de la ciudad de Puno.

#### **1.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- Se puede especificar los componentes de red y software streaming que cumplan con los requerimientos.

- Debido a la geografía del lugar es posible transportar la información por tecnología Wimax y dar acceso a la red mediante Wifi.

- Se puede dimensionar un sistema fotovoltaico que abastezca de energía eléctrica a la totalidad de dispositivos componentes de la red.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

#### **1.4.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA**

Actualmente existe basta tecnología, tanto de software como de hardware asequible a todos los niveles de gobierno, local, regional o nacional, para el diseño e implementación de sistemas de información alternativas al internet. Sin embargo, estos sistemas no se toman en cuenta porque que no existen estudios técnicos y económicos, de las cuales se puedan guiar los representantes políticos para realizar proyectos en esta tan importante área de las telecomunicaciones, como complemento de la educación acorde a los avances tecnológicos de nuestra generación.

#### **1.4.2 JUSTIFICACION SOCIAL**

En época de continuos y acelerados cambios, la educación se ve enfrentada a la necesidad de buscar paradigmas que logren solucionar problemas que actualmente se

presentan en el aula de clase y son: Educar a un número cada vez mayor de estudiantes, tener una educación mejor y con mayor eficacia, educar con menor cantidad de recursos y tener una educación que llegue al mayor número de personas y cubra poblaciones geográficamente apartadas. Es por ello que surge la necesidad de hacer un uso adecuado de la tecnología y de que pueda ser llevada al aula, aunque como tal no es la única solución a los problemas de la educación, sí se vislumbra que ella, se convertirá paulatinamente en un agente catalizador del proceso de cambio en la educación.

### **1.4.3 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

Queda económicamente justificado el diseño de esta red, puesto que con esto se influye de manera positiva en la calidad de educación e información de la población, aminorando así el costo social que representa la falta de servicios de telecomunicaciones y más aún la falta de información.

## **1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1 OBJETIVO GENERAL**

- Diseñar una red streaming de audio y video para la isla Amantani.

### **1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Definir los componentes de red y software más adecuado para dar servicio streaming.
- Definir la factibilidad del sistema de propagación por tecnología Wimax y Wifi en la zona de estudio.
- Calcular los niveles potencia de energía eléctrica necesario para suministrar todos equipos componentes de la red.

## CAPÍTULO II

### 2. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

La incorporación de las nuevas tecnologías en la educación implica una nueva concepción del modelo educativo en el que el docente juega un papel determinante. El desarrollo reciente en el campo de la transmisión de vídeo, ha convertido el concepto de la educación tradicional de adentro hacia afuera. Los estudiantes están encontrando mucho más conveniente y cómodo tomar lecciones que se transmiten en forma audiovisual. Las lecciones que se ofrecen a través de este medio interactivo han demostrado ser mucho más eficaz y tener mayores impactos sobre los estudiantes, que la forma tradicional de los procesos de enseñanza-aprendizaje. Los expertos sugieren transmisión de vídeo en vivo para las lecciones, de tal forma que incentiven a los estudiantes a participar activamente en él. Es importante que las actividades didácticas esenciales para la enseñanza se apoyen en técnicas de transmisión en vídeo en vivo (Streaming). Las nuevas tecnologías en el ámbito educativo vislumbran el potencial pedagógico de su aplicación al brindar un horizonte de posibilidades educativas, así como la transformación de los procesos de enseñanza-aprendizaje en línea, la generación de nuevos métodos y el uso indispensable de esta tecnología como medio didáctico en la educación. (López Vicario, 2016).

Para esto vamos a dividir la tesis en tres etapas, que se detallan a continuación:

### **2.1.1 ETAPA DE SUMINISTRO ELÉCTRICO**

Debido a la carencia de energía eléctrica en la isla, se utiliza una fuente alternativa de energía, como los sistemas fotovoltaicos puesto que, en la zona de estudio, la isla Amantani existen altos valores de radiación solar, además se toma en cuenta la facilidad de instalación de esta tecnología.

### **2.1.2 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**

#### **2.1.2.1 ENERGÍA SOLAR**

El sol representa la mayor fuente de energía existente en nuestro planeta. La energía es transmitida por medio de ondas electromagnéticas presentes en los rayos solares, las cuales son generadas en forma continua y emitida permanentemente al espacio, esta energía la podemos percibir en forma de luz y calor. Cerca del 70% de la energía solar recibida por la tierra es absorbida por la atmósfera, la tierra y por los océanos, mientras que el 30% restante es reflejado por la atmósfera de regreso al espacio. (Acosta, 2016)

#### **2.1.2.2 RADIACIÓN DIRECTA**

Es aquella que llega directamente del sol hasta algún objeto o superficie terrestre, sin reflexiones o refracciones en su recorrido. Este tipo de radiación puede reflejarse y concentrarse para su utilización. Además, se caracteriza por producir sombras bien definidas de los objetos que se interponen en su trayecto. La irradiancia directa normal fuera de la atmósfera, recibe el nombre de constante solar y tiene un valor promedio de  $1354 \text{ W/m}^2$ , el valor máximo se encuentra en el perihelio (lugar donde un planeta se encuentra más cercano al sol) y corresponde a  $1395 \text{ W/m}^2$ , mientras que el valor mínimo se encuentra en el afelio (lugar donde un planeta se encuentra más lejano al sol) y es de  $1308 \text{ W/m}^2$ . (Perez Garrido, 2009)

### 2.1.2.3 IRRADIACIÓN

Es la magnitud utilizada para describir la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación electromagnética. En este caso corresponde a radiación proveniente del sol, la cual se puede percibir en forma de calor o luz (visible o no visible, lo cual dependerá de cada longitud de onda en particular). Su unidad de medida en el sistema internacional es  $W/m^2$ . (Perez Garrido, 2009)

### 2.1.2.4 INSOLACIÓN

La Insolación corresponde a la cantidad de energía en forma de radiación solar que llega a un lugar de la Tierra en un día concreto (insolación diurna) o en un año (insolación anual). En otras palabras, es la energía radiante que incide en una superficie de área conocida en un intervalo de tiempo dado. Su unidad de medida es el Watts-hora por metro cuadrado ( $W\cdot h/m^2$ ). La insolación también se expresa en términos de horas solares pico. Una hora solar pico de energía es equivalente a la energía recibida durante una hora, a una irradiancia promedio de  $1\ 000\ W/m^2$ . La energía útil que entrega el panel fotovoltaico es directamente proporcional a la insolación incidente. (Perez Garrido, 2009).

Para calcularla se puede asumir que no hay atmósfera o que se mide en la parte alta de ella y se denomina insolación diurna o anual no atenuada, otra forma es medir en la superficie de la Tierra teniendo en cuenta la presencia de la atmósfera, en este caso se denomina insolación atenuada siendo más complejo calcularla. En la tabla 1.1 se muestra, la cantidad promedio mensual de la radiación solar total incidente en una superficie horizontal en la superficie de la tierra para un mes determinado, promediada para ese mes durante el período de 22 años (julio de 1983 - junio de 2005), en la isla.



Cada valor promediado mensual se evalúa como el promedio numérico de los valores de 3 horas para el mes dado. (Kusterer, s.f.)

**Tabla 1.1:** Promedio mensual de radiación en la isla Amantaní

Lat -15.665	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Lon -69.713												
Promedio de 22 años	6.10	6.13	5.94	5.80	5.58	5.29	5.40	5.72	6.38	6.76	7.02	6.57

Fuente: (Atmospheric science Data Center Nasa, 2017)

La insolación será máxima cuando el panel se encuentre en posición horizontal frente al sol. Para conseguir esto sería necesario ajustar el ángulo de azimut para seguir el movimiento diario del sol de este a oeste y el ángulo de elevación para seguir el movimiento anual de la trayectoria solar en la dirección norte-sur. (Perez Garrido, 2009)

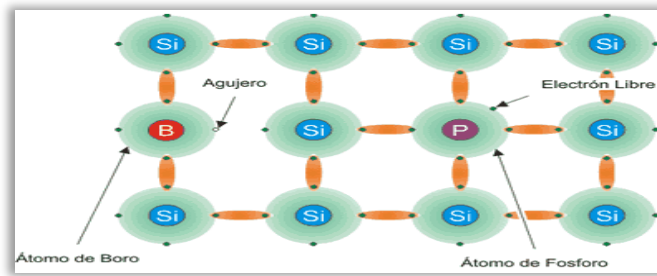
#### 2.1.2.5 CELDA FOTOVOLTAICA

Una celda fotovoltaica, es un dispositivo electrónico que permite transformar la energía luminosa (fotones) en energía eléctrica (electrones) mediante el efecto fotoeléctrico. A su vez el efecto fotoeléctrico consiste en la emisión de electrones por un material cuando se le ilumina con radiación electromagnética, estos electrones libres, al ser capturados generan una corriente eléctrica. (Perez Garrido, 2009).

La unión de celdas fotovoltaicas da origen a un panel fotovoltaico, el que consiste en una red de celdas solares conectadas en serie para aumentar la tensión de salida continua hasta el valor deseado. También se conectan en paralelo con el propósito de aumentar la corriente de salida del sistema. (Perez Garrido, 2009).

### 2.1.2.6 DOPADO DEL SILICIO Y LA UNIÓN P-N

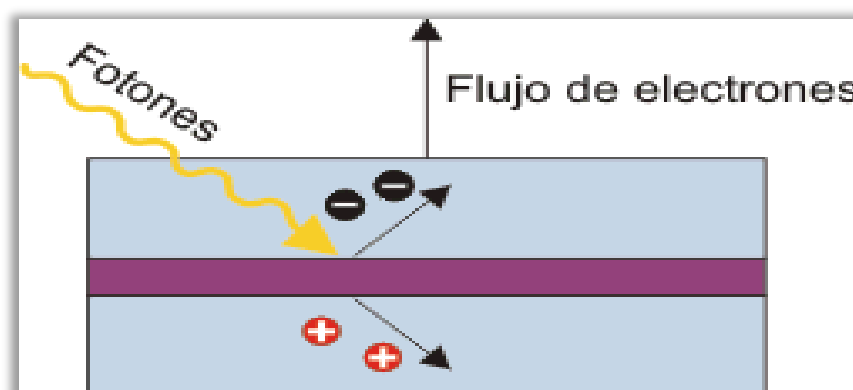
Un átomo del silicio posee cuatro electrones de valencia, estos electrones enlazan a los átomos adyacentes. Si se sustituye un átomo de silicio por otro átomo que tenga tres o cinco electrones de valencia, en el primer caso, la falta de un electrón dejará un hueco disponible, quedando de esta forma con mayor carga positiva (capa P), mientras que en el segundo caso quedará un electrón libre, lo que genera una mayor cantidad de carga negativa (capa N), a este proceso de sustitución de átomos se le conoce como dopado. El dopado se puede hacer por difusión a alta temperatura, donde las láminas se introducen en un horno con el dopante introducido en forma de vapor. Ambas capas se encuentran separadas por un material semiconductor, para formar una unión P-N. Para el dopado tipo P se utilizan generalmente átomos de boro, el cual posee tres electrones de valencia, mientras que para el dopado tipo N, se puede utilizar átomos de fósforo, que poseen cinco electrones de valencia. El proceso de formación de la unión P-N, provoca una difusión de electrones de las zonas con mayores concentraciones, es decir, desde la capa de tipo N de la unión, hacia la capa P con menores concentraciones de electrones. Esta difusión de electrones a través de la unión P-N, produce una recombinación con los huecos de la cara de tipo P generando un campo eléctrico en la juntura hasta que se alcance el equilibrio, luego de esto no existe flujo de cargas a través de la unión, a no ser que sea excitada por una fuente externa (Acosta, 2016), esto se muestra en la figura 2.1

**Figura 2.1:** Dopado de silicio.

Fuente: (Perez Garrido, 2009).

### 2.1.2.7 FUNCIONAMIENTO DE UN PANEL FOTOVOLTAICO

El principio de funcionamiento de los paneles fotovoltaicos se basa en el efecto fotovoltaico o efecto fotoeléctrico, mediante la captación de fotones provenientes de la luz solar, los cuales inciden con una cierta cantidad de energía en la superficie del panel, esta interacción provoca el desprendimiento de los electrones de los átomos de silicio, rompiendo y atravesando la barrera de potencial de la capa semiconductor, se genera una diferencia de potencial en la capa N con respecto a la P. Luego si se conecta una carga eléctrica o elemento de consumo entre los terminales del panel se iniciará una circulación de corriente continua, tal como se puede apreciar en la figura 2.2:

**Figura 2.2:** Desplazamiento de Electrones mediante la captación de Fotones.

Fuente: (López Vicario, 2016)

El nivel de energía proporcionado por un panel fotovoltaico depende de lo siguiente: Tipo de panel y área del mismo, nivel de radiación e insolación y longitud de onda de la luz solar, una celda fotovoltaica común de silicio mono cristalino de 100 cm<sup>2</sup> de superficie, puede producir aproximadamente 1.5 Watt de energía, a 0.5 volt y 3 amperes de corriente bajo condiciones óptimas (luz solar en pleno verano a una radiación de 1000W/m<sup>2</sup>). La energía entregada por la celda es casi directamente proporcional al nivel de radiación solar. El nivel de potencia de salida por panel es denominado potencia pico, la cual corresponde a la potencia máxima entregable por el conjunto de celdas bajo las siguientes condiciones estándares de prueba (STC: Standard Test Conditions): Radiación de 1000 W/m, temperatura de celda de 25° C, masa de aire (AM=1,5). (Quiroga Rueda, 2017). Podemos medir los siguientes parámetros:

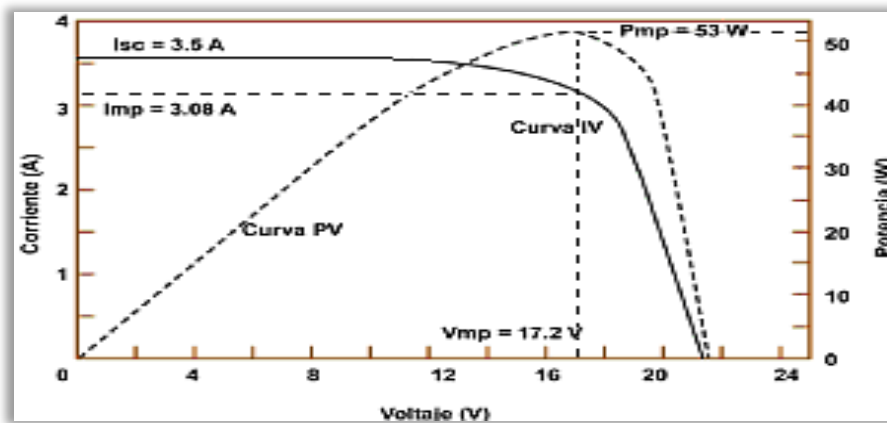
Corriente de corto circuito ( $I_{sc}$ ), corresponde a la máxima corriente en amperes generada por cada panel, al conectar una carga de resistencia cero en sus terminales de salida. Su valor depende de la superficie del panel y de la radiación solar. (Quiroga Rueda, 2017)

Voltaje de circuito abierto ( $V_{oc}$ ), corresponde al voltaje máximo que genera un panel solar y medido en los terminales de salida cuando no existe carga conectada, es decir, a circuito abierto. (Quiroga Rueda, 2017)

El comportamiento eléctrico de los paneles está dado por las curvas de corriente ( $I$ ) v/s voltaje ( $V$ ) (curva IV) o potencia ( $P$ ) v/s voltaje ( $V$ ) (curva PV). La curva de potencia está dada por el producto entre la corriente y el voltaje en cada punto de la curva IV. La Figura 2.3 muestra las curvas IV y PV características de un panel típico Solarex VLX-53, disponible comercialmente. Bajo las condiciones estándares de prueba mencionadas anteriormente, cada modelo de panel tiene una curva IV o PV

característica. La corriente nominal ( $I_{mp}$ ) y el voltaje nominal ( $V_{mp}$ ) del panel se alcanzan en el punto de máxima potencia. Mientras el panel opere fuera del punto de máxima potencia, la potencia de salida será significativamente más baja. La figura 2.4 nos muestra los datos entregados por el fabricante de paneles Solarex VLX-53. (Quiroga Rueda, 2017)

**Figura 2. 3:** Curva IV y PV para un módulo fotovoltaico típico a  $1000 \text{ W/m}^2$  y  $25^\circ\text{C}$ .



Fuente: (Perez Garrido, 2009)

**Figura 2. 4:** Placa de datos de fabricante de un panel Solares VLX-53.

Modelo	VLX-53
Pmp	53 W
Vmp	17,2 V
Imp	3,08 A
Voc	21,5 V
Isc	3,5 A
Condiciones	1000 W/m <sup>2</sup> , 25°C

Fuente: (Perez Garrido, 2009)

Una característica importante a tener en cuenta de los paneles fotovoltaicos es que el voltaje de salida no depende de su tamaño, ya que frente a cambios en los niveles de radiación incidente tiende a mantener una tensión constante de salida. En cambio, la corriente, es casi directamente proporcional a la radiación solar y al tamaño del panel. Una forma práctica de aumentar la potencia de salida del panel, consiste en instalar

sistemas de seguimiento del sol, con el propósito de mantener lo más perpendicular posible el panel frente al sol, o concentrando la luz solar mediante lentes o espejos.

### 2.1.2.8 FACTORES DE EFICIENCIA DE UN PANEL FOTOVOLTAICO

Punto de máxima potencia ( $P_{mp}$ ), Corresponde a la máxima potencia que el panel puede entregar. Este valor se consigue de acuerdo a la Ecuación 1:

$$P_{mp} = V_{mp} \times I_{mp} \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

**Ecuación 2.1:** Punto de máxima potencia

Donde  $V_{mp}$  e  $I_{mp}$ : Son los valores máximos alcanzados en simultáneo de voltaje y corriente respectivamente.

Eficiencia en la conversión de energía es el porcentaje de energía generada respecto a la energía luminosa, se define por la ecuación 2.2 (Quiroga Rueda, 2017).

$$\eta = \frac{P_{mp}}{E \times A_c} = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{P_i} \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

**Ecuación 2.2:** Eficiencia de Conversión de Energía para un PFV

Donde:

- $\eta$ : representa a la eficiencia de la conversión de la energía.
- $P_{mp}$ : punto de potencia máxima (W).
- E: nivel de radiación solar en la superficie del panel ( $W/m^2$ ).
- $A_c$ : Superficie del panel fotovoltaico ( $m^2$ ).
- $P_i$ : Potencia Recibida por el panel.

Factor de forma (FF), define la eficacia de un panel y se calcula según la Ecuación 2.3:

$$FF = \frac{P_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}} = \frac{\eta \times A_c \times E}{V_{oc} \times I_{sc}} \dots\dots\dots(2.3)$$

**Ecuación 2.3:** Factor de Forma para un PFV

Donde:

- $P_{mp}$ : Punto de potencia máxima.
- $V_{oc}$ : Voltaje de circuito abierto.
- $I_{sc}$ : Corriente de corto circuito.
- $E$ : Nivel de radiación solar en la superficie del panel

### 2.1.3 CONCEPTOS DE STREAMING

Se entiende por streaming, la capacidad de distribución de contenido multimedia, con la característica de poder visualizar estos contenidos en el cliente mientras la información está siendo transmitida por la red, no es necesario descargar completamente el contenido multimedia para comenzar su visualización, esta se va almacenando en un buffer y se va ejecutando al mismo tiempo que se desarrolla la transmisión. (Meza Arrecis, 2012).

En general, los sistemas de difusión de medios han trabajado con señales análogas, las cuales de alguna forma implican la degradación del contenido a medida que se realizan copias o cada vez que se repiten. Es aquí donde la invención de la computadora ha permitido la manipulación y conversión de las señales de manera digital permitiendo el desarrollo de diferentes formatos de contenido multimedia que son compatibles con las nuevas redes de comunicaciones como internet, esto abre las puertas a una cantidad sin límite de posibles aplicaciones que aprovechen esta infraestructura a

nivel mundial, de esta forma es posible tener acceso a servicios como video conferencia, video bajo demanda o transmisión de eventos en vivo. (Meza Arrecis, 2012).

La distribución de contenido multimedia sobre una red utilizando técnicas de streaming, implica el uso de los protocolos propios de la pila TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) y teniendo en cuenta la naturaleza del contenido es necesario definir los más adecuados para su distribución, el conocimiento de los recursos necesarios de la red, el tipo de distribución (Unicast ó Multicast) y los formatos de codificación de video a utilizar. (Meza Arrecis, 2012).

### **2.1.3.1 DISTRIBUCIÓN DE VIDEO**

#### **2.1.3.1.1 STREAMING BAJO DEMANDA**

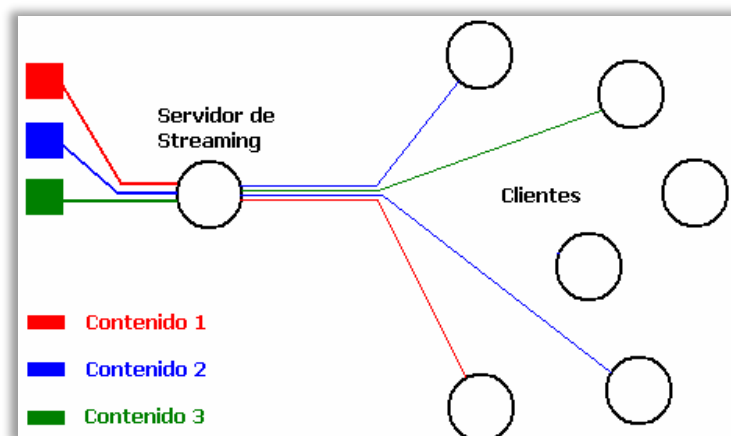
La tecnología de Streaming multimedia permite la visualización del contenido en el momento que uno desee. Cuando el video está disponible para la transmisión, este es almacenado en un servidor de Streaming, en este momento el servidor está en la capacidad de manejar conexiones individuales provenientes de máquinas cliente que hagan la petición de visualización del contenido, en este momento el servidor comienza la entrega del flujo de bits para ser visualizado en el reproductor del cliente al otro lado de la conexión, en este punto el usuario tiene la posibilidad de controlar el flujo debido a que en cualquier momento puede detener su ejecución, realizar un retroceso, una pausa, pasar a otra escena. (Quintero Ortiz & Castro Serna, 2006).

Una de las propiedades del video bajo demanda es que, este puede permanecer en el servidor indefinidamente hasta que alguien desee verlo, no es necesario tener una programación de emisión establecida, esto también trae implicaciones en el uso del ancho de banda ya que cada cliente que realice la petición de



visualización del contenido tiene un flujo independiente desde el servidor por lo que el número posible de clientes conectados en un mismo instante depende directamente del ancho de banda disponible en la red, esto se muestra en la figura 2.5.

**Figura 2. 5:** Modelo de distribución bajo demanda.



Fuente: (Quintero Ortiz & Castro Serna, 2006)

#### 2.1.4 SISTEMAS DE PROPAGACIÓN

Una red inalámbrica es una red en la que dos o más dispositivos se pueden comunicar sin la necesidad de hacerlo mediante una conexión con cable. Las redes inalámbricas se basan en la utilización de ondas electromagnéticas que viajan a través del medio en lugar de la utilización del cableado, existen diferentes tipos de estándares inalámbricos que varían en función de la frecuencia de transmisión que utilizan, alcance y velocidad de transmisión. Este tipo de redes ofrecen acceso inalámbrico en función de la cobertura. En esta tesis se utiliza redes, WMAN (Wireles Metropolitan Area Network) y WLAN (Wireles Local Area Network), debido a que WPAN (Wireles Personal Area Network), ofrece un rango de cobertura inferior a los 10 m y por lo tanto no es una opción a contemplar. Por otro lado, las redes WWAN (Wireles Wilde Area Network), están enfocadas a la conexión de usuarios en distancias que abarcan muchos kilómetros

permitiendo conectar a muchos usuarios a la vez. En este caso no es el tipo de red que cumpla con los requerimientos para nuestro diseño. Por lo tanto, una vez se han presentado los diferentes tipos de redes inalámbricas, se justifica la elección de las tecnologías Wifi (Wireless Fidelity) y Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) (López Vicario, 2016)

## **2.1.5 ESTÁNDARES INALÁMBRICOS**

### **2.1.5.1 ESTÁNDAR 802.11**

Es creado por el IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers), asociación mundial de ingenieros dedicada a la estandarización, y publicada en 1997. Wifi (Wireless Fidelity), es el nombre común que se le da al estándar 802.11, la empresa Wi-Fi Alliance es una asociación comercial que promueve y certifica la tecnología Wifi (Wireless Fidelity). La idea principal desde los inicios fue la de sustituir en la medida de lo posible las redes fijas para terminar con los problemas habituales del cableado como los costes y la falta de movilidad. La principal utilidad de este estándar es la creación de redes de bajo coste y la interconexión de dispositivos de forma inalámbrica. Con esta red inalámbrica el usuario se puede mantener conectado mientras se desplaza dentro de una determinada área geográfica. En lo referente a la estructura básica, en las redes Wifi (Wireless Fidelity) existe un gestor de la comunicación y una serie de clientes, los clientes estarán escuchando esperando a detectar la presencia de uno o más gestores que les indicará el nombre de la red, el canal a usar, la seguridad y los algoritmos de autenticación. (Blas Rinza, 2017).

## 2.2. MARCO CONCEPTUAL

Conocida la teoría relevante para poder cumplir cada objetivo específico de la tesis, articularemos estos conocimientos para llegar a materializar el objetivo general, iniciamos con la parte en que definimos los componentes de software y hardware que cumplan con los requerimientos técnicos para dar servicio a la totalidad de la población de la isla Amantaní, para esto se estudian los conceptos de servidores streaming, ancho de banda, velocidad de transmisión, definidos los componentes físicos y lógicos, entramos en el estudio de protocolos de radiodifusión Wimax para nuestros enlaces troncales y Wifi para dar acceso a la red a los pobladores beneficiarios, en esta parte estudiamos los estándares Wimax y Wifi, velocidad de transmisión de cada uno, zonas de fresnel y las alturas a las que deben ir instalados los equipos para un óptimo enlace de datos, tanto en la troncal como en el acceso, seguidamente finalizamos con la etapa de suministro eléctrico, donde estudiamos todos los aspectos para un correcto diseño y dimensionamiento de tal modo que cubra los requerimientos técnicos de potencia diaria y autonomía, los puntos a tratar en esta parte son la radiación en la zona, días de autonomía necesarios, cantidad de potencia requerida.

## CAPÍTULO III

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESUDIO

La población a estudiar para la tesis, son los pobladores de los hogares de la isla Amantaní, quienes serán los usuarios de nuestra red y gozarán de los contenidos educativos que verteremos en él, La isla de Amantani, perteneciente al distrito del mismo nombre en la Región de Puno - Perú, se encuentra al este de la península de Capachica, al norte de la isla de Taquile, en el Lago Titicaca. Es de forma casi circular con un diámetro promedio de 3.4 km. Alcanza una superficie de 9,28 km<sup>2</sup>, siendo la mayor isla de la parte peruana del lago. Su altura máxima, en la cima del monte Llacastiti es de 4150 m s.n.m, es decir 320 m sobre el nivel del lago (3810 msnm). La población según el censo nacional 2007, repartidas en las 10 comunidades son: Colquecachi, Occopampa, Occosuyo, Lampayuni, Pueblo, Villa Orinojon, Incatatiana, Santa Rosa, Sancayuni y Alto Sancayuni. A continuación, se presenta en las tablas 3.1 y 3.2 respectivamente, la población según comunidades y la totalidad de centros educativos que funcionan en la isla.

**Tabla 3. 1:** Población según comunidades de Amantaní.

Sectores	2007	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Colquecachi	165	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183
Occopampa	285	299	301	303	305	307	309	311	313	315	317	319
Occosuyo	165	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183
Lampayuni	233	244	245	246	247	248	249	250	252	254	256	258
Pueblo	278	292	294	296	298	300	302	304	306	308	310	312
Villa Orinojon	203	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
Incatiana	229	249	252	255	258	261	264	267	270	273	276	279
Santa Rosa	229	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250
Sancayuni	269	287	289	291	293	295	297	299	303	307	311	315
Alto Sancayuni	217	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238
<b>Total</b>	<b>2273</b>	<b>2398</b>	<b>2413</b>	<b>2428</b>	<b>2443</b>	<b>2458</b>	<b>2473</b>	<b>2488</b>	<b>2506</b>	<b>2524</b>	<b>2542</b>	<b>2560</b>

Elaboración propia

**Tabla 3. 2:** Centros educativos por comunidad

Código modular	Nombre de IE	Nivel / Modalidad	Dirección de IE	Departamento / Provincia / Distrito	Alumnos (2016)	Docentes (2016)	Secciones (2016)
0227439	ADVENTISTA SANCAYUNI	Primaria	SANCAYUNI	Puno / Puno / Amantani	14	2	5
0230128	70002 NUESTRA SRA DE LOS CAMPOS	Primaria	QUINUAPATA	Puno / Puno / Amantani	153	13	12
0230185	70008	Primaria	SANCAYUNI	Puno / Puno / Amantani	31	4	6
0230474	70037 VIRGEN DE LAS MERCEDES	Primaria	JIRON LIMA S/N	Puno / Puno / Amantani	124	11	9
0230664	70058 FRANCISCO BOLOGNESI	Primaria	OCCOSUYO	Puno / Puno / Amantani	45	5	6
0631135	MIGUEL GRAU	Secundaria	LAMPAYUNI	Puno / Puno / Amantani	170	22	10
0846485	HUAYRAPATA	Primaria	HUAYRAPATA	Puno / Puno / Amantani	18	1	5
1025352	291	Inicial - Jardín	QUINUAPATA	Puno / Puno / Amantani	36	3	3
1025394	TAQUILE	Secundaria	QUINUA PATA	Puno / Puno / Amantani	161	15	7
1470996	1196 LOS ANGELES DE SANTA ROSA	Inicial - Jardín	SANTA ROSA	Puno / Puno / Amantani	6	1	3
1470954	1197 SOR ANA DE LOS ANGELES	Inicial - Jardín	PUEBLO	Puno / Puno / Amantani	9	1	3
2044001	COLQUECACHI	Inical No Escolarizad	COLQUECACHI	Puno / Puno / Amantani	8	0	3
2044007	ALTO SANCAYUNI	Inical No Escolarizad	ALTO SANCAYUNI	Puno / Puno / Amantani	2	0	2
2044701	LAMPAYUNI	Inical No Escolarizad	LAMPAYUNI	Puno / Puno / Amantani	5	0	3
2044702	ESTANCIA TAQUILE	Inical No Escolarizad	ESTANCIA TAQUILE	Puno / Puno / Amantani	10	0	3
2044009	OCCOPAMPA	Inical No Escolarizad	OCCOPAMPA	Puno / Puno / Amantani	5	0	3
1621192	1239 DIVINO NIÑO	Inicial - Jardín	OCCOSUYO	Puno / Puno / Amantani	5	1	2
1621317	1251 LUZ DEL SABER	Inicial - Jardín	SANCAYUNI	Puno / Puno / Amantani	11	1	2
1621481	1268 KANTUTAS DE VILLA	Inicial - Jardín	VILLA ORINOJON	Puno / Puno / Amantani	8	1	3
1621531	1273 SEMILLITAS DE ESPERANZA	Inicial - Jardín	JINCATIANA	Puno / Puno / Amantani	13	1	3
2044015	TOQOSI	Inical No Escolarizad	SANCAYUNI	Puno / Puno / Amantani	3	0	2
2044707	SALTANAHUAYCCO	Inical No Escolarizad	SANTA ROSA	Puno / Puno / Amantani	8	0	2
2044708	INCA SAMANA	Inical No Escolarizad	JINCATIANA	Puno / Puno / Amantani	3	0	1
9884998	HUAYLLANO	Inical No Escolarizad	HUAYLLANO	Puno / Puno / Amantani	7	0	2

Elaboración propia

Su principal medio de subsistencia es la actividad agrícola; producen papas, ocas, cebada y habas; en la actividad pecuaria sobresalen los bovinos y vacunos. Su actividad textil es semejante a la de Taquile, tanto en variedad como en diseño. En las figuras 3.1 y 3.2 se pueden observar la forma de comercio en la isla y la ubicación.

**Figura 3. 1:** Comercio en la zona de estudio.



Elaboración propia.

**Figura 3. 2:** Ubicación de la Isla Amantaní.

Elaboración propia.

### 3.2. PERIODO DE DURACION DEL ESTUDIO

El periodo de duración del estudio es de un año, donde el diseño de la etapa de suministro eléctrico fotovoltaico abarca los primeros 4 meses, una vez concluida esta etapa comenzamos con el diseño del servidor streaming de audio y video en esta parte vemos los equipos necesarios a utilizar, finalmente concluimos con la etapa de propagación en esta parte, abarcamos los estándares inalámbricos de propagación Wifi para el acceso y Wimax para los enlaces troncales.

### 3.3. PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO

Para la recolección de la información se utilizó técnicas cualitativas, como la obtención de documentación oficial de fabricantes de elementos de la red, visitas de campo, toma de imágenes y observación, también se usaron técnicas cuantitativas como la recolección de información, haciendo un recorrido por toda la zona de la muestra, para recabar datos tales como el número de comunidades, el número de pobladores por

comunidad, ubicación de las comunidades y las condiciones geográficas para los radioenlaces.

### **3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.4.1. POBLACIÓN**

La población de la presente tesis, son los 2428 habitantes de las 10 comunidades de la isla Amantaní, cada comunidad representa un sector de cobertura del servicio.

#### **3.4.2. MUESTRA**

La muestra de la tesis viene representada por los 10 sectores (comunidades) a los cuales se brindará cobertura de servicio streaming.

### **3.5 DISEÑO ESTADÍSTICO**

Debido al propósito de diseñar una red de última generación, nos encontramos ante un problema de investigación tecnológica y aplicada con enfoque cualitativo, puesto que en la presente investigación científica “aplicada” se propone transformar el conocimiento “puro” en conocimiento útil. Tiene por finalidad la búsqueda y consolidación del saber y la aplicación de los conocimientos para el enriquecimiento del acervo cultural y científico, así como la producción de tecnología al servicio del desarrollo integral de las naciones. La investigación aplicada tecnológica, se entiende como aquella que genera conocimientos o métodos dirigidos al sector productivo de bienes y servicios, ya sea con el fin de mejorarlo y hacerlo más eficiente.

### **3.6. PROCEDIMIENTO**

#### **3.6.1 CONDICIONES DE SERVICIO**

Un punto importante para establecer la dimensión correcta de la infraestructura, es la realización de un cálculo de cuantos usuarios se podrán conectar simultáneamente y cuantos AP (Access Point) se utilizarán para ello. Para el cálculo de los potenciales usuarios del servicio, se ha tenido en cuenta sobre todo, el número de habitantes de cada una de las comunidades, además se considera el volumen de personas que se pueden conectar simultáneamente en cada una de las comunidades, de momento: tenemos que la población más grande se encuentra en Occopampa con 303 pobladores, la cual será cubierta con el servicio en un 85 por ciento y las más pequeñas con 175 pobladores que son Occosuyo y Colquecachi que se cubrirán en un 100 por ciento, en todos los casos con una velocidad mínima de 234 Kbps.

El total de usuarios a los que se les puede ofrecer el servicio simultáneamente, es de unos 2306 con conexión unicast es decir, con recepción de distinto contenido cada uno. En la tabla 3.3 se puede observar el número de AP (Access Point) utilizados:



**Tabla 3. 3:** Total de AP (Access Point) y usuarios soportados.

Sector	Ubicación	Número de APs	Usuarios	Usuarios (%)
1	Colquecachi	2	175	100 %
2	Occopampa	2	303	85 %
3	Occosuyo	2	175	100 %
4	Lampayuni	2	246	100 %
5	Pueblo	2	296	87 %
6	Villa Orinojon	2	215	100 %
7	Incatiana	2	255	100 %
8	Santa Rosa	2	242	100 %
9	Sancayuni	2	291	88 %
10	Alto Sancayuni	2	230	100 %
<b>Total</b>		<b>20</b>	<b>2428</b>	<b>95 %</b>

Elaboración propia

Cada uno de los AP (Access Point) que se van a utilizar ofrece conexión de hasta 128 usuarios simultáneamente, se vió por conveniente la instalación de 2 AP (Access Point) por comunidad, puesto que ninguna población es menor a 128 personas, con esto se consigue dar servicio a un 95% de la población total, con una ancho de banda mínimo de 234 Kbps, para el caso en que todos los usuarios de la comunidad más grande estén usando el servicio simultáneamente, el cálculo se realizó con las ecuaciones 3.4 y 3.5:

$$Rendimiento\ del\ AP = \frac{Rendimiento\ por\ Sector}{AP\ por\ sector} = \frac{60\ Mbps}{2} = 30Mbps\ por\ AP \dots\dots\dots (3.4)$$

**Ecuación 3.4:** Rendimiento del AP

Debido a que la capacidad máxima de cada sector es de 60 Mbps y en cada sector se utilizan 2 Acces Point (AP) a cada uno le corresponde 30 Mbps.

$$\text{Ancho de banda} = \frac{\text{Rendimiento del AP}}{\text{Máximos usuarios AP}} = \frac{30 \text{ Mbps}}{128} = 234 \text{ Kbps por usuario} \dots\dots\dots(3.5)$$

**Ecuación 3.5:** Ancho de banda por usuario

El ancho de banda, que como mínimo se garantiza a cada usuario, viene dado de la división entre el rendimiento de cada Acces Point (AP) y la máxima cantidad de usuarios soportados por cada Acces Point (AP)

Otro punto a tener en cuenta es la SNR (Signal Noise Ratio), el nivel de ruido en la línea, por lo tanto será necesario contar con una SNR (Signal Noise Ratio), lo suficientemente alta como para poder ofrecer los niveles mínimos de ancho de banda que se ha fijado. Hay que destacar que una de las principales ventajas de Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access), es la modulación adaptativa, si el canal tiene pocas pérdidas, la velocidad tiende a aumentar ya que se utiliza un tipo de modulación que lleva más bits en cada símbolo. Los tipos de técnicas de modulación que utiliza son: 64QAM (Quadrature Amplitude Modulation), 16QAM (Quadrature Amplitude Modulation) y QPSK (Phase Shift Keyed). Para que el sistema pueda trabajar con diferentes modulaciones necesita los siguientes umbrales para cada modulación: 64QAM (Quadrature Amplitude Modulation) de 22 dB de SNR (relación señal ruido), para 16QAM unos 16dB de SNR (relación señal ruido) y para QPSK (Phase Shift Keyed) unos 9dB de SNR (relación señal ruido). Se previó que para las velocidades ofertadas en este diseño, aún con una modulación QPSK, debido a que pueda haber un coeficiente SNR (relación señal ruido) bajo, dada la distancia, se puedan ofrecer sin problemas los 234 Kbps.

**Tabla 3. 4:** Modulación adaptativa del equipo.

Channel Bandwidth	3.5MHz	1.25MHz	5MHz	10MHz				
PHY mode	256 OFDM	128 OFDMA	512 OFDMA	1,024 OFDMA				
Oversampling	8/7	28/25	28/25	28/25				
Modulation & Code Rate	PHY-Layer Data Rate (kbps)							
	DL	UL	DL	UL	DL	UL	DL	UL
BPSK, 1/2	946	326	Not applicable					
QPSK, 1/2	1,882	653	504	154	2,520	653	5,040	1,344
QPSK, 3/4	2,822	979	756	230	3,780	979	7,560	2,016
16 QAM, 1/2	3,763	1,306	1,008	307	5,040	1,306	10,080	2,688
16 QAM, 3/4	5,645	1,958	1,512	461	7,560	1,958	15,120	4,032
64 QAM, 1/2	5,645	1,958	1,512	461	7,560	1,958	15,120	4,032
64 QAM, 2/3	7,526	2,611	2,016	614	10,080	2,611	20,160	5,376
64 QAM, 3/4	8,467	2,938	2,268	691	11,340	2,938	22,680	6,048
64 QAM, 5/6	9,408	3,264	2,520	768	12,600	3,264	25,200	6,720

Fuente: (Ortega Bernal, 2010)

En la tabla 3.4, se puede observar además, que para un ancho de banda de canal de 10 MHz, se podría disponer de hasta unos 5 Mbps, trabajando en una modulación QPSK (Phase Shift Keyed) y dentro de los umbrales de SNR anteriormente comentados. Por lo tanto en esta tesis se observa que la SNR esté dentro de los umbrales de modulación para que se pueda ofrecer siempre más de los 234 Kbps.

### 3.7. VARIABLES

Las variables analizar para el cumplimiento de los objetivos son, la cantidad de usuarios que soporta nuestra red, el ancho de banda necesario, la velocidad de transmisión requerida, para dar un servicio de calidad, la potencia necesaria para suministrar de energía todos los componentes de la red, la relación señal a ruido de los equipos, como las zonas de fresnell.

### 3.8. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados para el diseño de nuestra red fueron óptimos dado que se puede dar un servicio de calidad, cumplidos los objetivos específicos, estos se muestran en la parte de resultados (capítulo 4).

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. RESULTADOS

Para nuestra red, se prevee utilizar dos sistemas fotovoltaicos autónomos que trabajan con 24 V dc, uno en la estación base donde se encuentra el servidor, switch y la totalidad de emisores wimax (BreezeMax Extreme 5 000) y otra en cada una de las comunidades que alimentará a los dos AP (acces point) (BreezeMax Wi2), estas que a su vez cubrirán de servicio a la población. Estos sistemas únicamente se diferencian en el consumo, como ya se estudió en la etapa de suministro eléctrico la forma de instalación y los componentes a utilizar, serán los mismos para ambos casos pero con diferencias en las características técnicas, debido al diferente consumo:

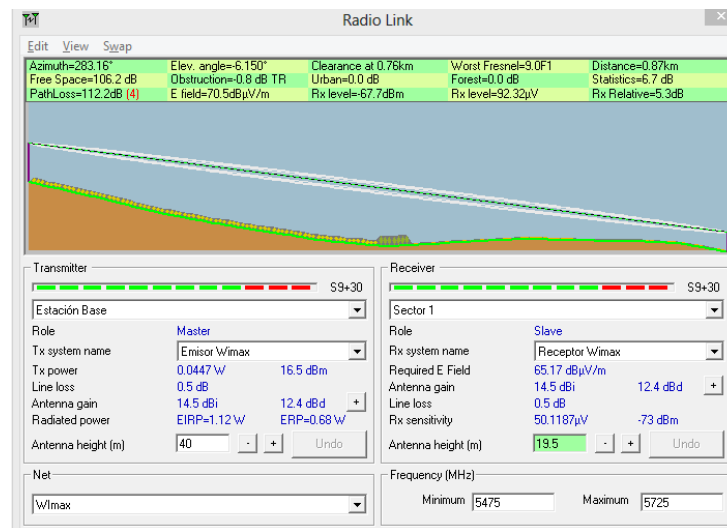
##### 4.1.1. SISTEMA DE SUMINISTRO PARA EL EMISOR (ESTACIÓN BASE)

En la estación base, los componentes suman un consumo total de 8 820 W por día, obtenemos que los días de autonomía serán 4 para un funcionamiento ininterrumpido de nuestra red, igualmente la capacidad del banco de baterías es de 2162A por lo que tenemos que utilizar 11 baterías en paralelo de 200 A, con una profundidad de descarga de 80 %, la potencia total de los paneles es de 2075 W por lo que se tiene que utilizar 9 paneles de 250 W en paralelo, para 5 horas sol por día, la cantidad máxima de corriente a la que trabajará el controlador de carga es de 30 A y el inversor debe soportar una potencia de 735 W con una eficiencia de 85%. Los componentes, regulador de carga e inversor Atersa Quadro, panel solar Cora 250 W y baterías Victron Energy y sus características técnicas se encuentran detallados en anexo 1. Anexo 2 y anexo 3 respectivamente.

## 4.2 DISCUSIÓN

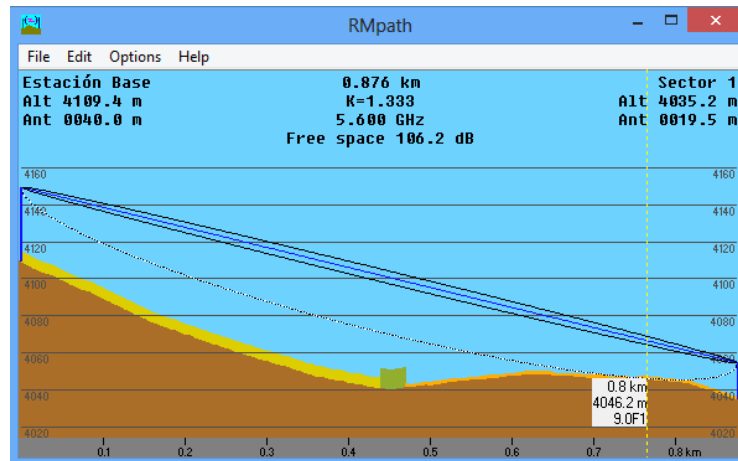
Para el caso del receptor, donde se suma la totalidad de 1200 W por día, 4 días de autonomía, con una capacidad del banco de baterías de 295 A por lo que se tiene que usar 2 baterías de 200 A con una profundidad de descarga de 80%, la potencia de los paneles 243 W por lo mismo bastará con un panel de 250 W para 5 horas sol por día, la corriente máxima de trabajo para el controlador de carga es de 4 A y un inversor de 100 W con una eficiencia de 85%. Los detalles técnicos para el regulador de carga e inversor Atersa Quadro, panel solar Cora 250 W y baterías Victron Energy se encuentran en los anexos 1,2 y 3 respectivamente.

**Figura 4. 1:** Radioenlace Estación-Sector 1.



Elaboración propia.

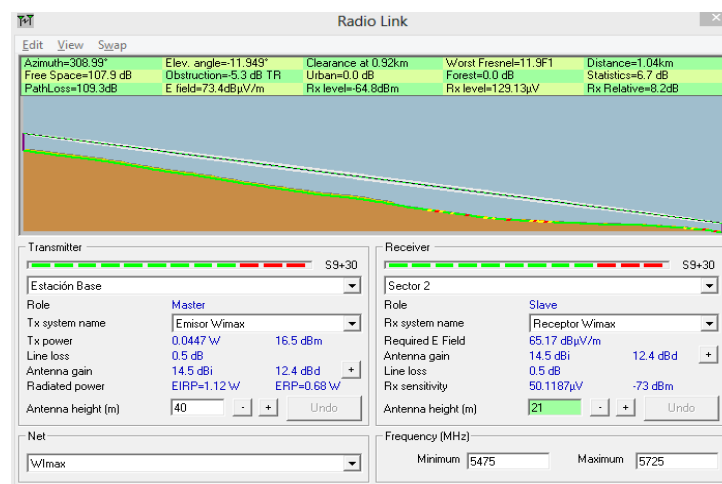
**Figura 4. 2:** Alturas respectivas de radioenlace 1.



Elaboración propia.

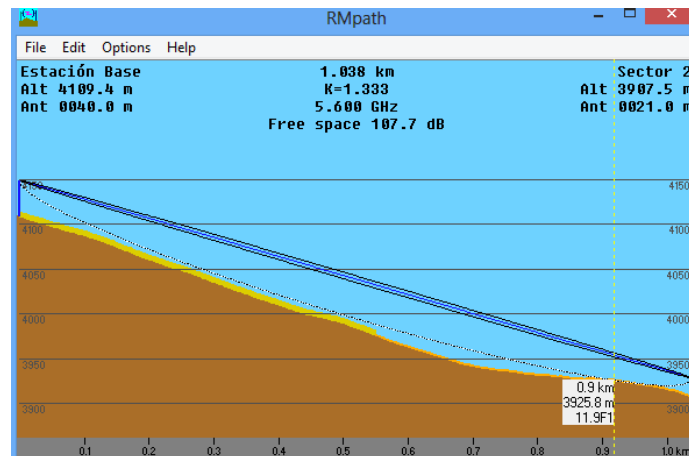
- Estación-Sector 2, se observa que para el receptor del segundo sector, a una distancia de 1038 m entre antenas y una altura de la antena receptora de 21 m, se obtiene un nivel de calidad de la señal de S9+30 con un nivel de recepción de -64,8dBm. que está por encima de los niveles de sensibilidad de los equipos que es de -73dBm, se puede observar también que para la línea de vista, el espacio libre es de 11.9 veces la primera zona de fresnel.

**Figura 4. 3:** Radioenlace Estación – Sector 2.



Elaboración propia.

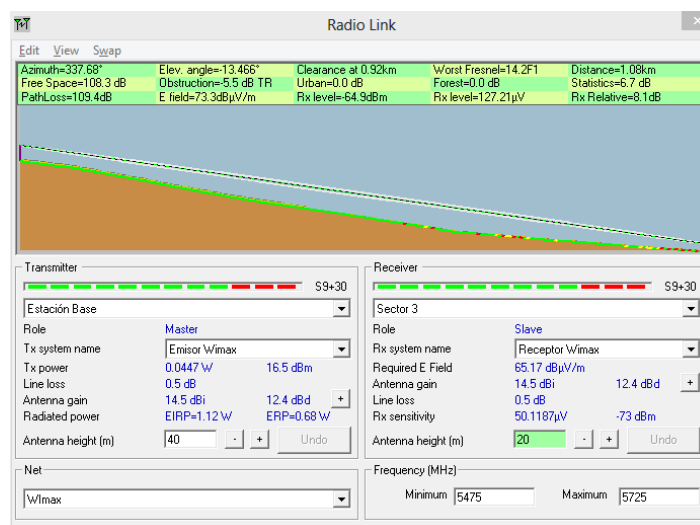
**Figura 4. 4:** Alturas respectivas de radioenlace 2.



Elaboración propia.

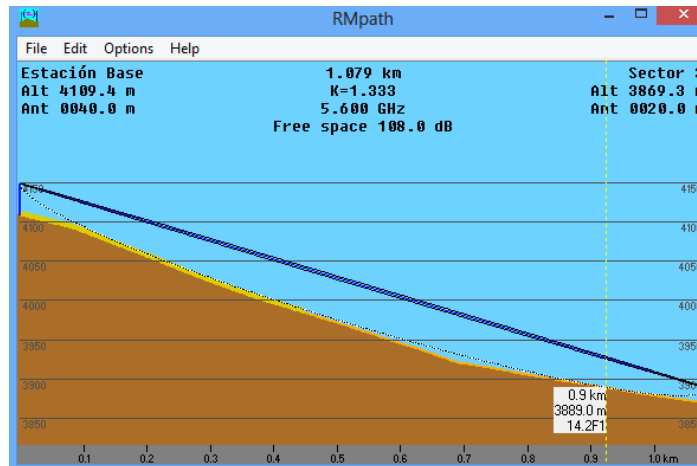
- Estación-Sector 3, se observa que para el receptor del tercer sector, a una distancia de 1079 m entre antenas y una altura de la antena receptora de 20 m, se obtiene un nivel de calidad de la señal de S9+30 con un nivel de recepción de -64,9 dBm. que está por encima de los niveles de sensibilidad de los equipos que es de -73dBm, se puede observar también que para la línea de vista, el espacio libre es de 14.2 veces la primera zona de fresnel.

**Figura 4. 5:** Radioenlace Estación – Sector 3.



Elaboración propia.

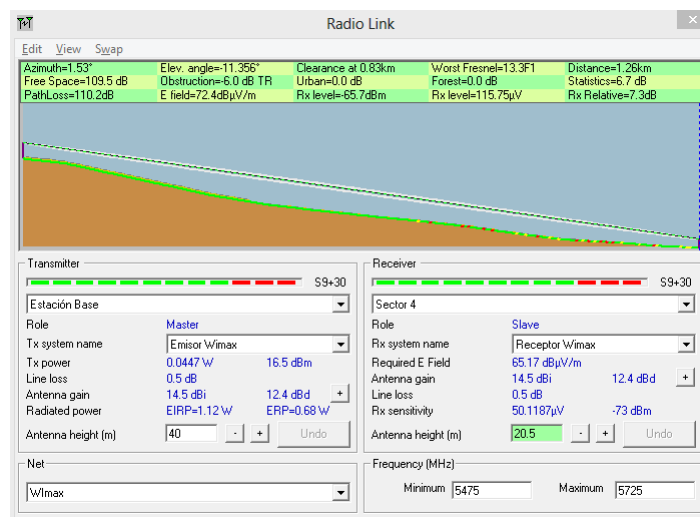
**Figura 4. 6:** Alturas respectivas de radioenlace 3.



Elaboración propia.

- Estación-Sector 4, se observa que para el receptor del cuarto sector, a una distancia de 1258 m entre antenas y una altura de la antena receptora de 20.5 m, se obtiene un nivel de calidad de la señal de S9+30 con un nivel de recepción de -65,7 dBm. que está por encima de los niveles de sensibilidad de los equipos que es de -73dBm, se puede observar también que para la línea de vista, el espacio libre es de 13.3 veces la primera zona de fresnel.

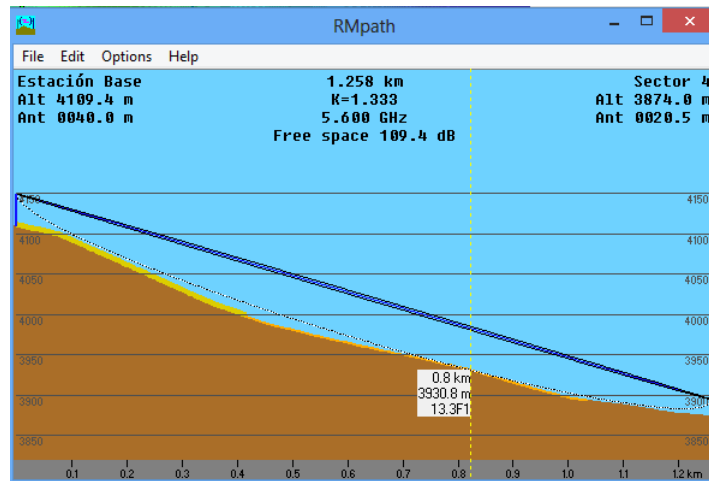
**Figura 4.7:** Radioenlace Estación – Sector 4.



Elaboración propia.



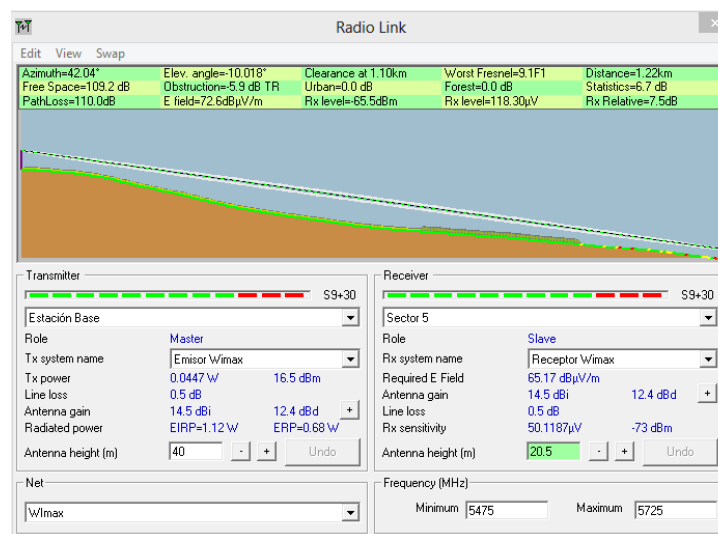
**Figura 4. 8:** Alturas respectivas de radioenlace 4.



Elaboración propia.

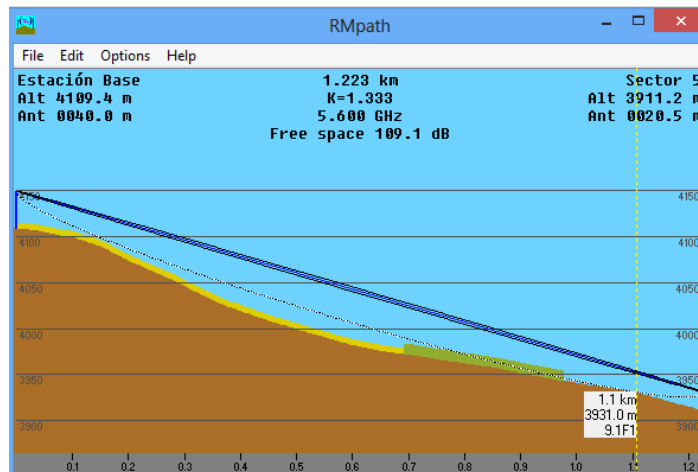
- Estación-Sector 5, se observa que para el receptor del quinto sector, a una distancia de 1223 m entre antenas y una altura de la antena receptora de 20.5 m, se obtiene un nivel de calidad de la señal de S9+30 con un nivel de recepción de -65,5 dBm. que está por encima de los niveles de sensibilidad de los equipos que es de -73dBm, se puede observar también que para la línea de vista, el espacio libre es de 9.1 veces la primera zona de fresnel.

**Figura 4.9:** Radioenlace Estación – Sector 5.



Elaboración propia.

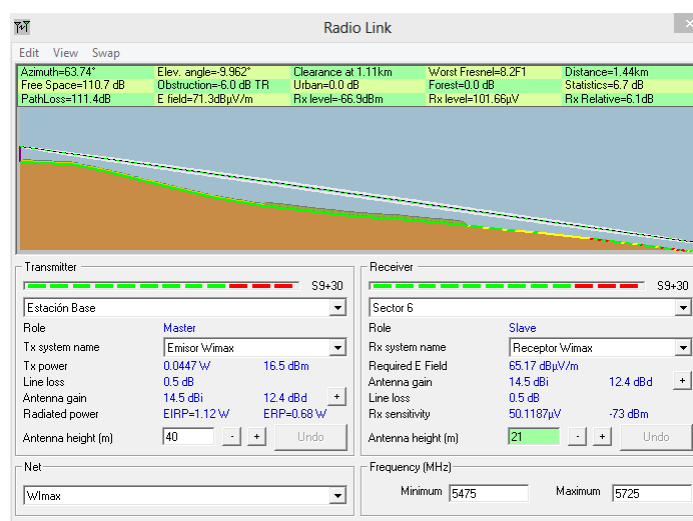
**Figura 4.10:** Alturas respectivas de radioenlace 5.



Elaboración propia.

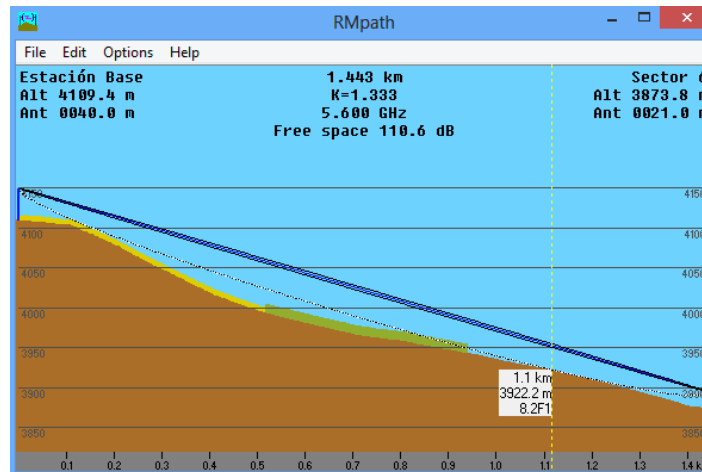
- Estación-Sector 6, se observa que para el receptor del sexto sector, a una distancia de 1443 m entre antenas y una altura de la antena receptora de 21 m, se obtiene un nivel de calidad de la señal de S9+30 con un nivel de recepción de -65,5 dBm. que está por encima de los niveles de sensibilidad de los equipos que es de -73dBm, se puede observar también que para la línea de vista, el espacio libre es de 8.2 veces la primera zona de fresnel.

**Figura 4.11:** Radioenlace Estación-Sector 6.



Elaboración propia.

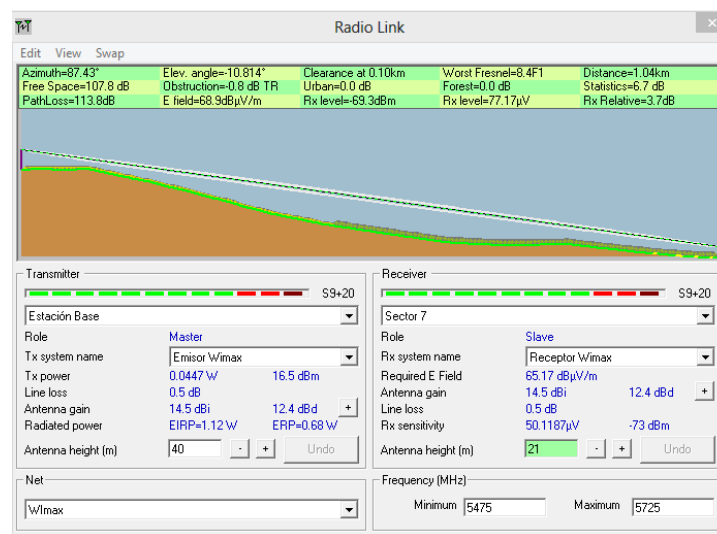
**Figura 4.12:** Alturas respectivas de radioenlace 6.



Elaboración propia.

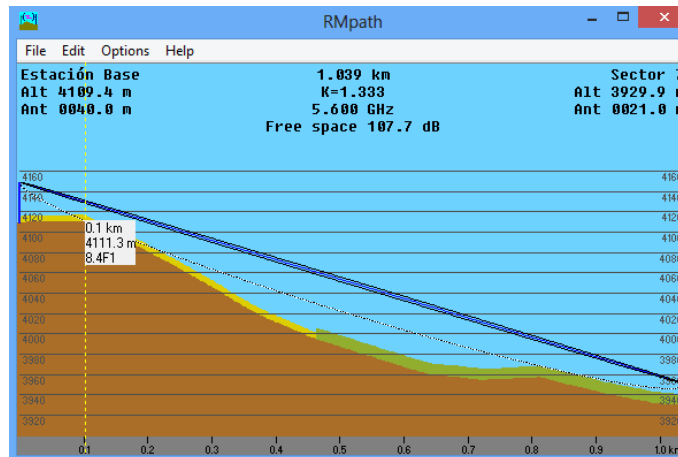
- Estación-Sector 7, se observa que para el receptor del séptimo sector, a una distancia de 1039 m entre antenas y una altura de la antena receptora de 21 m, se obtiene un nivel de calidad de la señal de S9+20 con un nivel de recepción de -65,5 dBm. que está por encima de los niveles de sensibilidad de los equipos que es de -73dBm, se puede observar también que para la línea de vista, el espacio libre es de 8.4 veces la primera zona de fresnel.

**Figura 4.13:** Radioenlace Estación-Sector 7.



Elaboración propia.

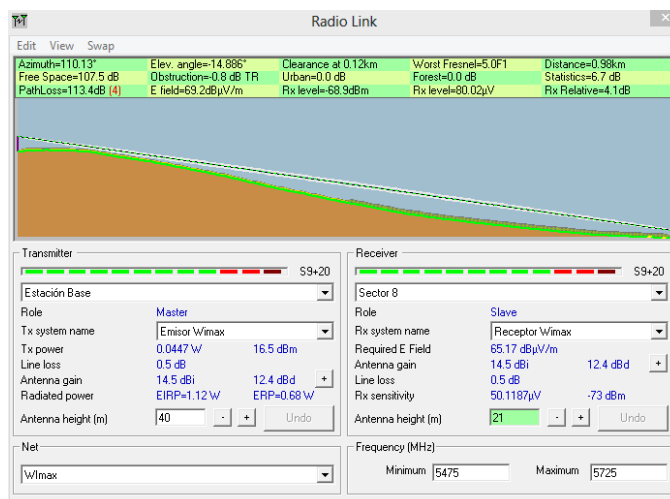
**Figura 4.14:** Alturas respectivas de radioenlace 7.



Elaboración propia.

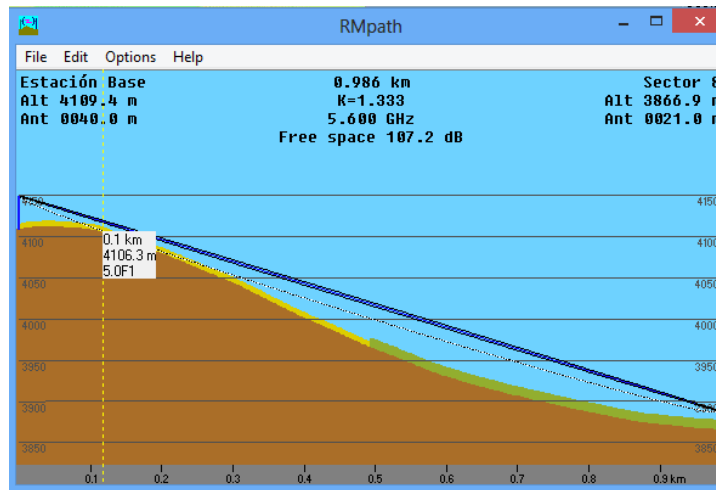
- Estación-Sector 8, se observa que para el receptor del octavo sector, a una distancia de 986 m entre antenas y una altura de la antena receptora de 21 m, se obtiene un nivel de calidad de la señal de S9+20 con un nivel de recepción de -68,9 dBm. que está por encima de los niveles de sensibilidad de los equipos que es de -73dBm, se puede observar también que para la línea de vista, el espacio libre es de 5.0 veces la primera zona de fresnel.

**Figura 4.15:** Radioenlace Estación-Sector 8.



Elaboración propia.

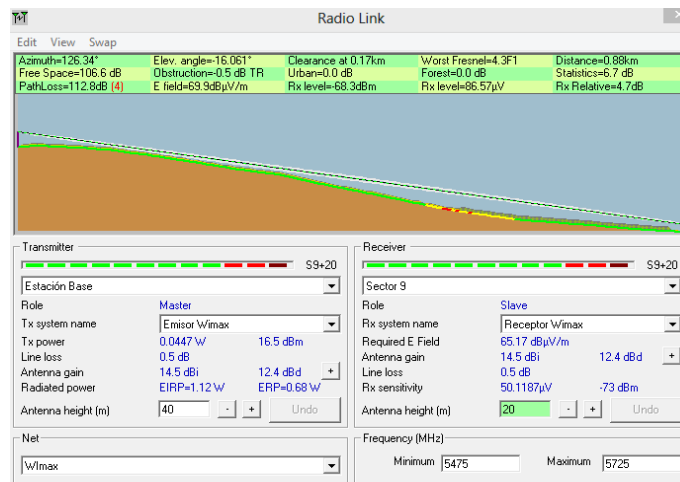
**Figura 4.16:** Alturas respectivas de radioenlace 8.



Elaboración propia.

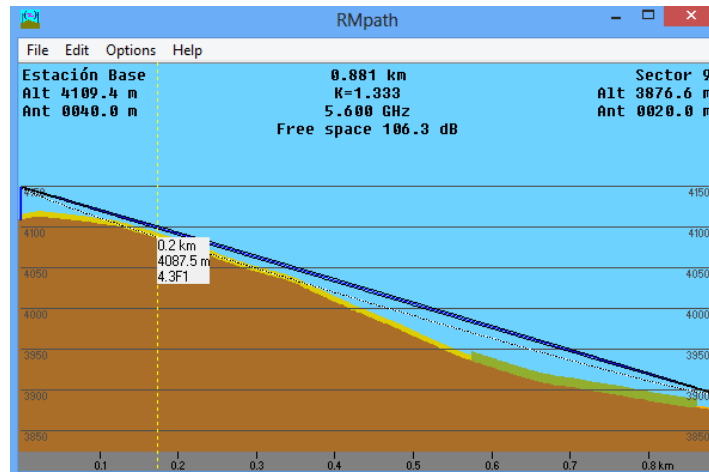
- Estación-Sector 9, se observa que para el receptor del noveno sector, a una distancia de 881 m entre antenas y una altura de la antena receptora de 20 m, se obtiene un nivel de calidad de la señal de S9+20 con un nivel de recepción de -86,57 dBm. que está por encima de los niveles de sensibilidad de los equipos que es de -73dBm, se puede observar también que para la línea de vista, el espacio libre es de 4.3 veces la primera zona de fresnel.

**Figura 4.17:** Radioenlace Estación-Sector 9.



Elaboración propia.

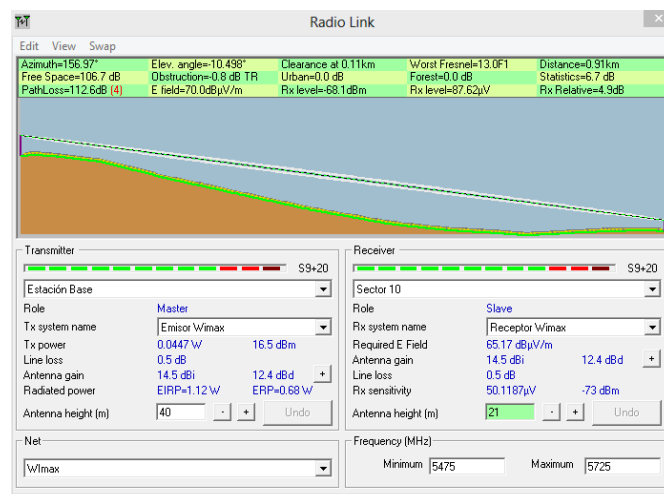
**Figura 4.18:** Alturas respectivas de radioenlace 9.



Elaboración propia.

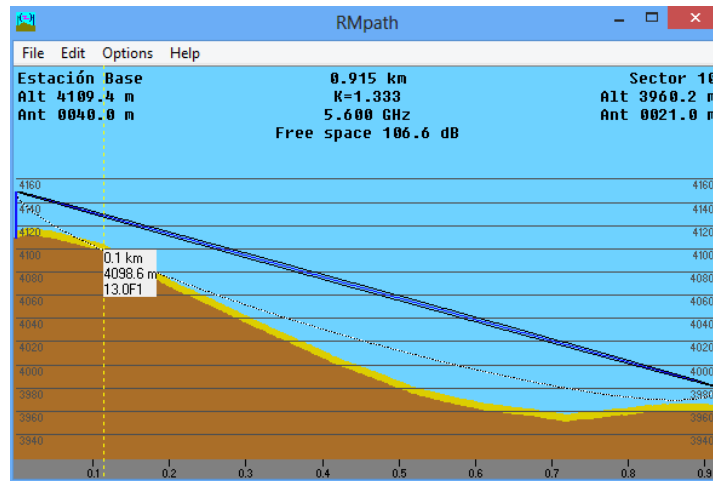
- Estación-Sector 10, se observa que para el receptor del décimo sector, a una distancia de 915 m entre antenas y una altura de la antena receptora de 21 m, se obtiene un nivel de calidad de la señal de S9+20 con un nivel de recepción de -68,1 dBm, que está por encima de los niveles de sensibilidad de los equipos que es de -73 dBm, se puede observar también que para la línea de vista, el espacio libre es de 13.0 veces la primera zona de fresnel.

**Figura 4.19:** Radioenlace Estación-Sector 10.



Elaboración propia.

**Figura 4.20:** Alturas respectivas de radioenlace 10.



Elaboración propia.

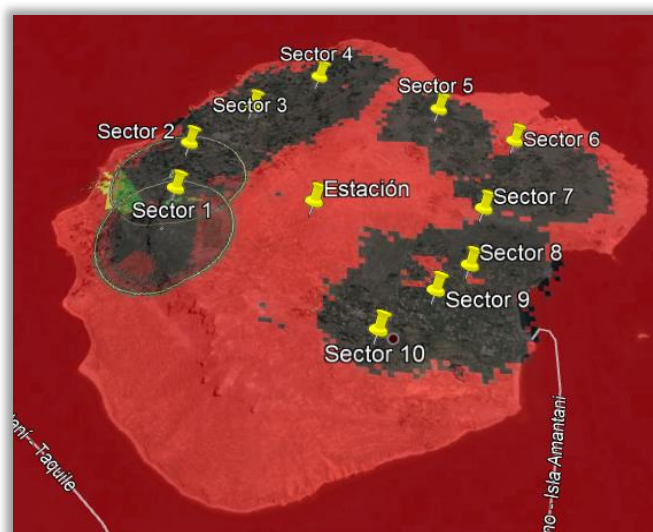
#### 4.2.1. WIFI (WIRELES FIDELITY)

En el caso del AP WIFI (Wireles Fidelity), la máxima potencia permitida son 100mW que en  $dB=10*\log(100mW) = 20dBm$ . Según indica el fabricante la potencia máxima de transmisión son 18dBm y la ganancia de la antena son 8dbi. Por lo tanto, según la ecuación del PIRE (Potencia Isotrópica Radiada Equivalente) se obtiene la ecuación 4.1:

$$PIRE(db) = 18 + 8 - 1 = 25dB \dots \dots \dots (4.1)$$

**Ecuación 4.1:** PIRE de radiación Wifi.

Es necesario reducir la potencia máxima de transmisión en 5dBm para que se ajuste al PIRE (Potencia Isotrópica Radiada Equivalente) máximo permitido de 20dBm. Siendo en total la potencia de transmisión de 13dBm. Para el umbral del receptor se han considerado también los -73dBm que indica el fabricante y una antena omnidireccional.

**Figura 4.21:** Cobertura Wifi.

Elaboración propia.

Una vez hecha la simulación para cada AP (Access Point), se obtiene el rango de cobertura Wifi (Wireles Fidelity) de cada uno de ellos. Por otro lado es importante tener en cuenta el posible solapamiento de los canales entre AP (Access Point) cercanos y que por lo tanto, se puedan producir interferencias. Para ello existe un estándar IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) el cual define que tendrá que haber una separación mínima entre canales de 5 MHz. En la tabla 4.1, se puede observar la relación entre identificador de canal, AP (Access Point) y frecuencia, aspecto muy importante a la hora del diseño, para que no existan interferencias de frecuencias cercanas.



**Tabla 4.1:** AP y canales designados.

Sector	AP	Frecuencia	Identificador de canal
1 (Colquecachi)	1 y 2	2412 y 2432	1 y 5
2 (Occopampa)	3 y 4	2417 y 2442	2 y 6
3 (Occosuyo)	5 y 6	2422 y 2437	3 y 7
4 (Lampayuni)	7 y 8	2412 y 2432	1 y 5
5 (Pueblo)	9 y 10	2417 y 2442	2 y 6
6 (Villa Orinojon)	11 y 12	2422 y 2437	3 y 7
7 (Incatiana)	13 y 14	2412 y 2432	1 y 5
8 (Santa Rosa)	15 y 16	2417 y 2442	2 y 6
9 (Sancayuni)	17 y 18	2422 y 2437	3 y 7
10 (Alto Sancayuni)	19 y 20	2412 y 2432	1 y 5

Elaboración propia.

Con esta separación por canales se consigue que AP (Access Point) cercanos no se solapen en frecuencia y creen interferencias entre ellos, de esta manera se evitan colisiones y se mejora la tasa de transferencia y calidad de servicio a ofrecer.

## CONCLUSIONES

**Primera;** a pesar de las dificultades encontradas en la zona de estudio, se puede diseñar infraestructura para dar servicios de telecomunicaciones, utilizando los medios más adecuadas que se adapten a la geografía de la isla Amantaní. En la actualidad se cuenta con basta tecnología de suministro eléctrico fotovoltaico, software, hardware, sistemas radiantes y de propagación inalámbrica, adecuadas para las geografías más accidentadas y de difícil acceso.

**Segunda;** En conclusión se definen los componentes de red que se adaptan mejor a nuestro propósito de brindar servicio streaming dentro de una topología estrella conformadas por 10 emisores Wimax Breeze Max Extreme 5000, 20 receptores Breeze Max Wi2 compatibles con tecnologías Wimax y Wifi y un servidor HPE Proliant ML350, todos estos dispositivos conectados al switch Cisco WS-C2960X-24PD-L, en lo que respecta al software, existe muchas tecnologías alternativas para el servicio streaming, que son de fácil instalación y uso, por el cual se puede difundir contenido multimedia educativo, en beneficio de poblaciones no atendidas, para escoger el software a utilizar, nos concentramos en comparar las características de arquitectura de cada servidor y las diferencias de una con respecto al otro, los diferentes protocolos que cada servidor emplea, los formatos que maneja, capacidad para unicast, capacidad para multicast, soporte y código abierto, por todo esto se concluye que para nuestro propósito, el software que mejor se adapta es el Darwin Streaming Server (DSS server).

**Tercera;** la propagación por WIMAX y WIFI es factible en la zona de estudio, a pesar de su accidentada geografía, haciendo uso de torres, dispositivos y las tecnologías adecuadas. De acuerdo a las simulaciones de radioenlaces Wimax se concluye que en la totalidad de sectores la calidad de señal es de S9+20 o superiores, igualmente los niveles de recepción están por encima de los niveles de sensibilidad de los equipos, que son de

-73dBm y existe línea de vista directa en todos los enlaces troncales, puesto que la primera zona de fresnel en todos los casos se encuentra totalmente despejada. En cuanto a la propagación Wifi es necesario reducir la potencia máxima de transmisión en 5dBm para que se ajuste al PIRE máximo permitido de 20dBm, siendo en total la potencia de transmisión de 13dBm

**Cuarta;** la carencia de suministro eléctrico en la zona de investigación, ya no es un problema crítico debido al desarrollo de los sistemas fotovoltaicos, en la tesis se concluyó dimensionar un sistema fotovoltaico emisor (estación base) en el cual se usarán 11 baterías en paralelo de 200 A, con una profundidad de descarga de 80 %, la potencia total de los paneles es de 2075 W por lo que se tiene que utilizar 9 paneles de 250 W en paralelo, para 5 horas sol por día, la cantidad máxima de corriente a la que trabajará el controlador de carga es de 30 A y el inversor debe soportar una potencia de 735 W con una eficiencia de 85%. En el sistema receptor para cada sector, se usa 2 baterías de 150 A con una profundidad de descarga de 80%, la potencia de los paneles 283 W por lo mismo bastará con un panel de 300 W para 5 horas sol por día, la corriente máxima de trabajo para el controlador de carga es de 4 A y un inversor de 100 W con una eficiencia de 85%.

## RECOMENDACIONES

**Primera;** Una parte importante para la implementación de infraestructura de telecomunicaciones son los sistemas de pararrayos y puestas a tierra, puntos que en la presente investigación no se tocaron debido a la calidad de los suelos rocosos en la zona de estudio, por esta razón se recomienda hacer un estudio previo de suelos en las zonas donde se pretende desarrollar infraestructura de telecomunicaciones.

**Segunda;** Otro aspecto que no se vió en la presente investigación, es la conexión a un enlace de banda ancha de internet, puesto que se trata de una red de acceso alternativa al internet, además de la falta de operadores que ofrezcan el ancho de banda requerido para toda la isla Amantaní.

**Tercera;** Se recomienda realizar algún convenio con alguna empresa operadora de servicios de telecomunicaciones, para que se pueda brindar internet a la zona de estudio. Cabe destacar que esto depende sobre todo de la capacidad de gestión de las autoridades de turno.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, E. A. (Noviembre de 2016). Diseño De Un Sistema De Generación Fotovoltaica Con Conexión. Sartenejas .
- Atmospheric science Data Center Nasa. (02 de Diciembre de 2017). Obtenido de Atmospheric science Data Center Nasa.: <https://earthdata.nasa.gov>
- Blas Rinza, J. F. (2017). Seguridad y control de acceso a las redes inalámbricas en la UNSM-T, mediante servidores de autenticación radius. Tarapoto, Perú.
- Daza, G. P. (Enero de 2005). Metodología para el desarrollo de aplicaciones en la plataforma linux PDA. Mexico.
- Kusterer, J. M. (s.f.). *Atmosferic Science Data Center*. Obtenido de <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/sse.cgi?vkgnana@gmail.com+s07>
- López Vicario, J. (Enero de 2016). Diseño de una red inalámbrica de acceso a Internet en el municipio de Vilanova i la Geltrú.
- Medina, M. F. (2009). Simulador de protocolos de comunicaciones. Guayaquil, Ecuador.
- Meza Arrecis, A. O. (NOVIEMBRE de 2012). IMPLEMENTACIÓN DE PLATAFORMA PARA STREAMING DE VÍDEO EN TIEMPO REAL A PARTIR DE TECNOLOGIAS LIBRES. GUATEMALA.
- Ortega Bernal, H. J. (2010). Analisis e implementacion de un sistema de video streaming en redes dual stack. Lima, Lima, Perú.
- PERCY. (1998). XJXX DEL SUR. PUNO: GORVACHV.
- Perez Garrido, D. O. (2009). ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN, UTILIZANDO AMPOLLETAS DE BAJO CONSUMO Y ALIMENTADO POR PANELES FOTOVOLTAICOS. Valdivia, Valdivia, Chile.
- Perez, L. A. (Junio de 2013). Diseño de una red wimax para el valle Churin-Lima. Lima, Lima, Perú.
- Quintero Ortiz, J. P., & Castro Serna, C. A. (2006). Evaluación de servidores streaming de video orientado a dispositivos móviles. Antioquía, Medellin, Colombia.

Quiroga Rueda, B. E. (2017). Sistema De Alimentación Dual Conmutada Con Energía.  
Bogota.

Teran, V. (Agosto de 2010). Plataforma de video streaming para una red social. Merida,  
Venezuela.

Toy, E. G. (agosto de 2008). Sistema fotovoltaico con mínimo almacenamiento de  
energía en el enlace de CD. Cuernavaca, Morelos, Mexico.

## ANEXOS

## ANEXOS 1: DATOS TÉCNICOS DEL REGULADOR E INVERSOR ATERSA

## QUADRO

Regulador de Carga	
Corriente Máxima Admitida	50 A
Voltaje Máx Voc	60 VDC
Consumo Stand By	20 W
Cargador de Batería	
Voltaje de Batería	24 V
Voltaje en Flotación	27 V
Protección Sobrevoltaje	30 V
Corriente Máx. de Carga	20 - 30 A
Inversor	
Voltaje de Salida (+- 5% )	230 V
Potencia Pico ( 3 segs )	3600 W
Eficiencia	93%
Tipo de Onda	Senoidal Pura
características Físicas	
Dimensiones mm (Largo x Alto x Ancho)	100 x 272 x 355
Peso ( Kg )	6.9

ANEXOS 2: DATOS TÉCNICOS DEL PANEL SOLAR CORA 250 W

Propiedades Técnicas	
Potencia máxima nominal (Pmax)	250W
Voltaje a Pmax (Vmp)	30.65V
Corriente a Pmax (Imp)	8.17A
Voltaje a circuito abierto (Voc)	37.8V
Corriente de Cortocircuito (Isc)	8.74A
Eficiencia de Celdas (%)	17,40%
Eficiencia del Módulo	15,30%
Temperatura de operación (Cº)	-40Cº~+85Cº
Voltaje máximo del sistema	DC 1000V(TUV) / DC600V(UL)
Fusible serie máximo	15A
Tolerancia a potencia máxima	±3 %
Coeficiente de Temperatura a Pmax	(-0.45±0.05)% / Cº
Coeficiente de Temperatura a Voc	(0.05±0.01) % / Cº
Coeficiente de Temperatura a Isc	(-0.35±0.05)% / Cº
NOTC	(47±2) / Cº

Test en condiciones estándar 1000W/m2. Temp. del módulo 25°C, AM = 1,5

ANEXOS 3: DATOS TÉCNICOS DE LAS BATERÍAS VICTRON ENERGY

Baterías de Litio-Ion de 24V 180Ah 4,75kWh	
Tecnología	Fosfato de hierro y litio (LiFePo4)
Tensión nominal	26,4 V
Capacidad nominal	180 Ah
Potencia nominal	4,75 kWh
Peso	55 kg
Ratio potencia/peso	86 Wh/kg
Dimensiones (al x an x p )	625 x 195 x 355 mm
Tensión de corte de la carga a 0,05C	28,8 V
Tensión de corte de descarga	20 V
Corriente de carga/descarga recomendada	54 A (0,3C)
Corriente máxima de carga (1C)	180 A
Corriente máxima de descarga (1,5C)	270 A
Corriente de descarga por pulsación (10s)	1.000 A
Cantidad de ciclos @80% DOD (0,3C)	2000
Configuración de series	Sí, hasta 2 (más series si se solicitan)
Configuración paralela	Sí, fácilmente hasta 4



ANEXOS 4: DATOS TÉCNICOS DEL EMISOR BREEZE MAX EXTREME 5000

Item	Description
Operation Mode	TDD
Modulation	OFDM modulation, 1024/512 FFT points; QPSK, QAM16, QAM64
Access Method	OFDMA
FEC	Convolutional Turbo Coding: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6

Item	Description
Frequency* (see note below)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 4.9 GHz Band: 4900-5350 MHz</li> <li>■ 5.4 GHz Band: 5470-5950 MHz</li> <li>■ 5.4 GHz FCC Band: 5470-5600 MHz and 5650-5725 MHz (with DFS), or 5725-5850 MHz (without DFS)</li> </ul> (actually supported frequencies depend on relevant regulations according to the Country Code being used)
Supported Sector Bandwidth	5 MHz, 10MHz, 20 MHz (2 x 10 MHz)
Central Frequency Resolution	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2.5 MHz @ 5 MHz sector bandwidth</li> <li>■ 5 MHz @ 10 and 20 MHz sector bandwidth</li> </ul>
Tx Power Range (see note below)	0-21 dBm, in 1 dBm steps
Tx Power Accuracy	± 1 dB
Max. Input Power (at antenna port)	-50 dBm before saturation -10 dBm before damage
Dimensions (H x W x D)	510 x 280 x 147mm
Weight (kg)	10.7
Power Source	40 to 60 VDC
Power Consumption	Single Radio: 41.5W maximum Two Radios: 57W maximum

Modulation & Coding	Sensitivity (dBm), 5 MHz Bandwidth	Sensitivity (dBm), 10 MHz Bandwidth
QPSK 1/2	-95	-92
QPSK 3/4	-92	-89
16QAM 1/2	-89	-86
16QAM 3/4	-85	-82

Modulation & Coding	Sensitivity (dBm), 5 MHz Bandwidth	Sensitivity (dBm), 10 MHz Bandwidth
64QAM2/3	-80	-77
64QAM3/4	-79	-76
64QAM5/6	-76	-73

ANEXOS 5: DATOS TÉCNICOS DEL SWITCH CISCO WS-C2960X-24PD-L

<p><b>Networking Features</b></p> <p><b>INTERFACE MODES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>L2, L3, Tap, Virtual wire (transparent mode)</li> </ul> <p><b>ROUTING</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>OSPFv2/v3, BGP with graceful restart, RIP, static routing</li> <li>Policy-based forwarding</li> <li>Point-to-Point Protocol over Ethernet (PPPoE)</li> <li>Multicast: PIM-SM, PIM-SSM, IGMP v1, v2, and v3</li> </ul> <p><b>IPv6</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>L2, L3, tap, virtual wire (transparent mode)</li> <li>Features: App-ID, User-ID, Content-ID, WildFire and SSL decryption</li> <li>SLAAC</li> </ul> <p><b>IPSEC VPN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Key Exchange: Manual key, IKE v1 (Pre-shared key, certificate-based authentication)</li> <li>Encryption: 3DES, AES (128-bit, 192-bit, 256-bit)</li> <li>Authentication: MD5, SHA-1, SHA-256, SHA-384, SHA-512</li> </ul>	<p><b>VLANS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>802.1q VLAN tags per device/per interface: 4,094/4,094</li> <li>Aggregate interfaces (802.3ad), LACP</li> </ul> <p><b>NETWORK ADDRESS TRANSLATION (NAT)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>NAT modes (IPv4): Static IP, dynamic IP, dynamic IP and port (port address translation)</li> <li>NAT64</li> <li>Additional NAT features: Dynamic IP reservation, dynamic IP and port oversubscription</li> </ul> <p><b>HIGH AVAILABILITY</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modes: Active/Active, Active/Passive</li> <li>Failure detection: Path monitoring, interface monitoring</li> </ul>
<p><b>Hardware Specifications</b></p> <p><b>I/O</b></p> <p>PA-3060 - (8) 10/100/1000, (8) gigabit SFP, (2) 10 gigabit SFP+                  PA-3050   PA-3020 - (12) 10/100/1000, (8) SFP gigabit</p> <p><b>MANAGEMENT I/O</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 10/100/1000 out-of-band management port, (2) 10/100/1000 high availability, (1) RJ-45 console port</li> </ul> <p><b>STORAGE CAPACITY</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>120GB SSD</li> </ul> <p><b>POWER SUPPLY (AVG/MAX POWER CONSUMPTION)</b></p> <p>PA-3060 - Redundant 400W AC (160/200)                  PA-3050   PA-3020 - Single 250W AC (150/200)</p> <p><b>MAX BTU/HR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>683</li> </ul> <p><b>INPUT VOLTAGE (INPUT FREQUENCY)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>100-240VAC (50-60Hz)</li> </ul> <p><b>MAX CURRENT CONSUMPTION</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2A@100VAC</li> </ul>	<p><b>MEAN TIME BETWEEN FAILURE (MTBF)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>PA-3060 - 11.6 Years</li> <li>PA-3050/PA-3020 - 7 Years</li> </ul> <p><b>RACK MOUNTABLE (DIMENSIONS)</b></p> <p>PA-3060 - 1.5U, 19" standard rack (2.6"H x 14"D x 17.5"W)                  PA-3050   PA-3020 - 1U, 19" standard rack (1.75"H x 17"D x 17"W)</p> <p><b>WEIGHT (STAND ALONE DEVICE/AS SHIPPED)</b></p> <p>PA-3060 - 18lbs/27.5lbs                  PA-3050   PA-3020 - 15lbs/20lbs</p> <p><b>SAFETY</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CB, CSA</li> </ul> <p><b>EMI</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>FCC Class A, CE Class A, VCCI Class A, TUV</li> </ul> <p><b>CERTIFICATIONS</b></p> <p>See: <a href="https://www.paloaltonetworks.com/company/certifications.html">https://www.paloaltonetworks.com/company/certifications.html</a></p> <p><b>ENVIRONMENT</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Operating temperature: 32° to 122° F, 0° to 50° C</li> <li>Non-operating temperature: -4° to 158° F, -20° to 70° C</li> </ul>

ANEXOS 6: DATOS TÉCNICOS DEL SERVIDOR HPE PROLIANT ML350

Formato	1U para RACK (1 U = 1.75" )
Procesador	Intel® Xeon® Six-Core: E5-2630 (2.30GHz) con 15MB L3 cache. Posee de fábrica 1 Procesador.
Soporte de Procesador	Soporta hasta 2 procesadores
Memoria RAM / Expansión	Estándar 16GB (4x4GB) RDIMM en modelo 646901-001 / Máximo 768 GB usando LRDIMM / El máximo se logra con la instalación de los dos sockets (servidor posee 12 DIMM slots por socket).
Slot de expansión	2 slot PCI-Express Gen 3: 1 half-length, full-height slot (x16); 1 low-profile (x8)
Discos incluidos	No incluido
Capacidad de discos	Estos modelos específicos soportan un máximo estándar: Ocho (8) discos SFF 2.5" Hot Plug de serie SAS, SATA ó SSD Máximo: 8 TB (8x1TB) con Serial Attached SCSI (SAS) ó 8TB (8x1TB) con Serial ATA (SATA).
Controlador de disco / RAID	Modelo 642119-001 posee estándar P420i/1GB FBWC, soporta RAID 0/1/1+0/5/5+0
Controlador de red	Tarjeta Flexible con cuatro puertos de 1Gb - HP 331FLR con soporte de VMware NetQueue and Microsoft VMQ. Incluye soporte avanzado como Large Send offload capability, TCP checksum and segmentation, VLAN tagging.
Fuente de poder y refrigeración	Estándar con una fuente de poder reemplazable en caliente de 460Watts con 94% de eficiencia. Soporta opción de añadir 2º fuente para redundancia 1+1. Todos los modelos poseen estándar con ventiladores redundantes de fábrica
Sistemas operativos soportados	Microsoft Windows Server 2008 R2, Microsoft Windows Server 2012, Hyper-V, RHEL, SLES y VMware.

ANEXOS 7: DATOS TÉCNICOS DEL ACCES POINT (AP) BREZEE MAX WI2

Wi-Fi Access Point Specifications		
<b>Data Rates</b> 802.11g: 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps per channel 802.11b: 1, 2, 5.5, 11 Mbps per channel	<b>Network Management</b> Web-management, Telnet, SNMP	<b>Electromagnetic Compatibility</b> CE Class B (EN55022) CE EN55024 IEC61000-3-2, IEC61000-3-3, IEC61000-4-2, IEC61000-4-3, IEC61000-4-4, IEC61000-4-5, IEC61000-4-6, IEC61000-4-8, IEC61000-4-11 FCC Class B Part 15 VCCI Class B ICES-003 (Canada)
<b>Maximum Channels</b> FCC/IC: 1-11 ETSI: 1-13 Japan: 1-14	<b>Radio Signal Certification</b> FCC Part 15.247 (2.4 GHz) EN 300.328, EN 302.893, EN 300 826, EN 301.489-1, EN 301.489-17 ETSI 300.328; ETS 300 826 (802.11b)	<b>Standards</b> IEEE 802.3 10BASE-T IEEE 802.3u 100BASE-TX IEEE 802.11 b, g
<b>Maximum Clients</b> 128 for the radio interface set to access point mode	<b>Safety</b> UL/CUL (CSA60950-1, UL60950-1) CB (IEC 60950-1) UL/GS (EN60950-1)	<b>Antenna Specifications</b> 2 x 8 dBi Omni directional (2.4-2.5 GHz)
<b>Modulation Types</b> 802.11g: CCK, BPSK, QPSK, OFDM 802.11b: CCK, BPSK, QPSK	<b>Wireless Radio/Regulatory Certification</b> ETSI 300 328 (11b/g), 301 489 (DC power) FCC Part 15C 15.247/15.207 (11b/g), Wi-Fi, DGT, TELECOM, RSS210 (Canada)	
<b>Operating Frequency</b> 802.11b/g: 2.4~2.4835 GHz (US, Canada, ETSI) 2.4~2.497 GHz (Japan)		